Nuovi orizzonti della meteorologia

di FILIPPO EREDIA

BOMPIANI

AVVENTURE DEL PENSIERO

UNA RACCOLTA DI VOLUMI IMPENSATI, CHE LASCIANO IL LETTORE ORA PENSOSO, ORA COMMOSSO, ORA SBALORDITO, TRASPORTANDOLO IN UN MONDO RARAMENTE ESPLORATO DAI LIBRI, QUASI UN'OASI LONTANA DALLE CURE E DAI PENSIERI ABITUALI

VOLUME XXXVI°

NUOVI ORIZZONTI DELLA METEOROLOGIA

DI FILIPPO EREDIA

I fenomeni che spesso si presentano nell'atmosfera, tanto nelle giornate assolate quanto in quelle burrascose, destano sempre grande interesse, specialmente oggi che i sorvoli dell'atmosfera hanno raggiunto un ritmo accelerato e in più istituti le ricerche sperimentali si perfezionano in finalità pratiche. Però non si riesce a seguire nei particolari i continui progressi e a collegare i risultati che vengono enunciati di mano in mano che si realizzano, perchè le ricerche tecniche richiedono un continuo aggiornamento delle cognizioni scolastiche e uno studio particolare che non tutti possono dedicare al di fuori delle proprie occupazioni.

Le pubblicazioni di carattere esclusivamente tecnico descrivono minutamente gli strumenti impiegati, danno conto delle difficoltà incontrate, dei procedimenti eseguiti, tutti elementi pregevolissimi pel proseguimento delle indagini; e spesso i risultati sono espressi in linguaggio particolare con l'ausilio delle matematiche, cosicchè soltanto i tecnici di professione li seguono e li studiano.

Il presente volume dovuto al titolare della cattedra di Meteorologia e Aerologia nella R. Università di Roma, scienziato noto anche nel campo internazionale è scritto invece in forma facile. Nei vari capitoli sono delibati gli argomenti su fenomeni che si rinnovano con una certa frequenza o che sono stati molto studiati di recente, sceverandoli da qualsiasi linguaggio particolarmente tecnico. Disegni, grafici e fotografie direttamente eseguite nelle diverse manifestazioni arricchiscono e completano l'esposizione in modo che il lettore può trarre la vera espressione anche di fenomeni atmosferici più complessi, e affinare le proprie attitudini per eventuali dirette osservazioni.

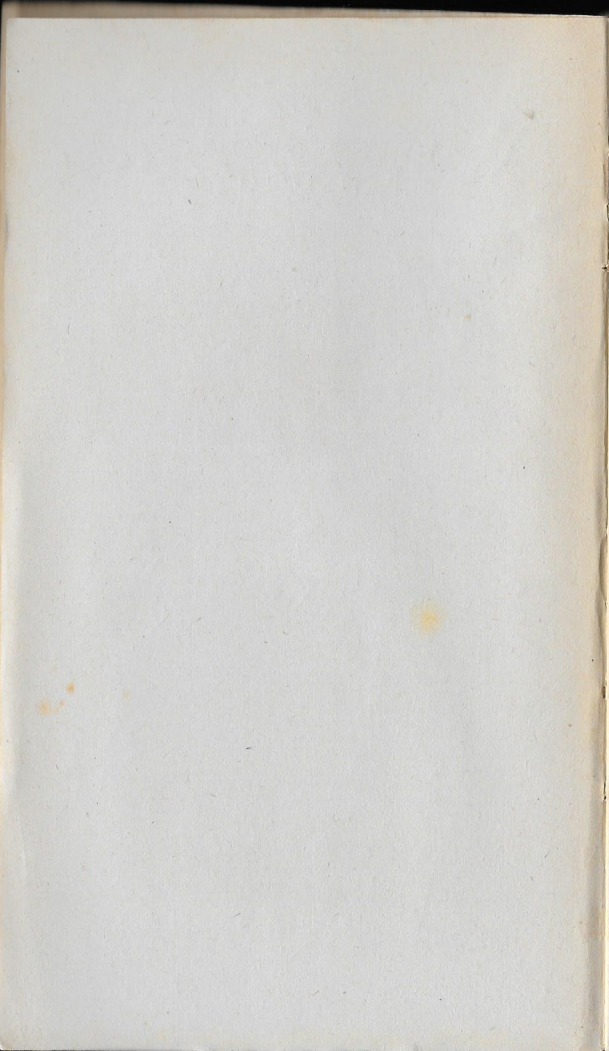
II EDIZIONE

Volume di 232 pagine con 32 tavole fuori testo L. 16,— netto

BOMPIANI

AVVENTURE DEL PENSIERO

VOLUME XXXVI:

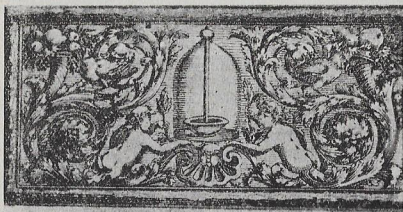
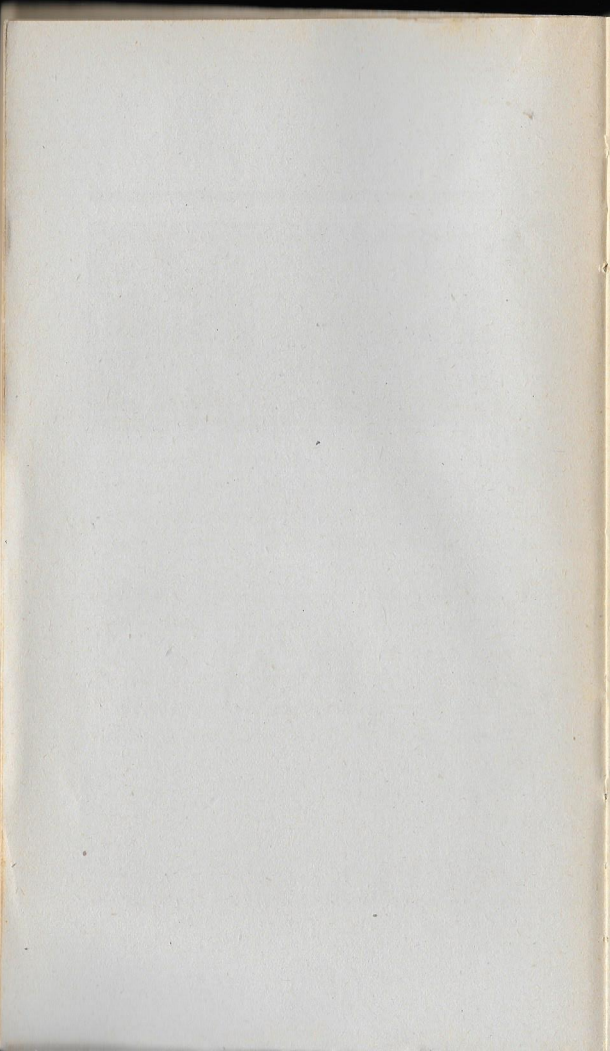
NUOVI ORIZZONTI DELLA METEOROLOGIA

NUOVI ORIZZONTI
DELLA
METEOROLOGIA

DI

FILIPPO EREDIA

II EDIZIONE

EDITORE
VALENTINO BOMPIANI
1942 - MILANO - XX

P R E F A Z I O N E

*In numerosi articoli a carattere scientifico pubblicati in un lungo periodo e vari intervalli nell'*Annuario *di Sonzogno, nella* Terra *e nella* Vita *e nelle* Vie dell'Aria; *e da un quinquennio con molta frequenza, per la gentile ospitalità accordata dalla Direzione del* Giornale d'Italia, *ho prospettato, nel modo che ho ritenuto accessibile al pubblico dei lettori, le ricerche più recenti, i progressi conseguiti, le indagini più particolareggiate, per la diffusione dei risultati ottenuti nei sacrarî scientifici.*

Seguendo il consiglio di amici, colleghi, e lettori del diffuso Giornale d'Italia, *ho ritenuto utile riunire i diversi articoli sì da presentare in forma organica i felici progressi conseguiti nel fecondo clima fascista.*

Ringrazio la Direzione del Giornale d'Italia, *e le Direzioni delle Riviste per il consenso a siffatta ripubblicazione.*

Alcuni di detti articoli conservano tuttora una piena struttura di attualità, altri hanno però subìto

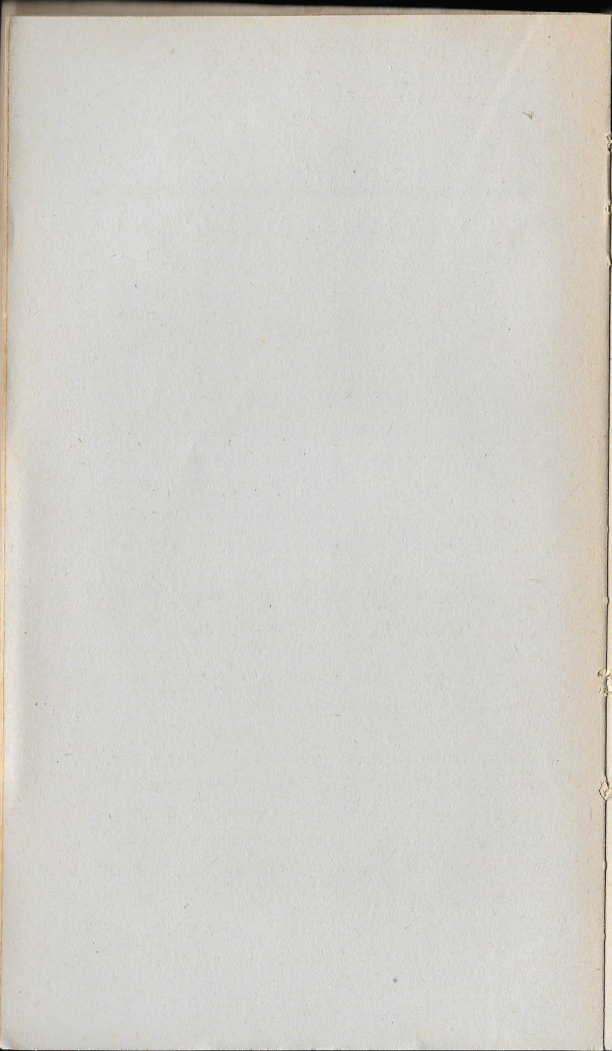
delle modifiche nella forma originale, per essere aggiornati con i fatti più recenti, e infine altri sono stati fusi per rendere più armonica l'esposizione.

Inoltre si aggiunsero fotografie dei principali fenomeni osservati; alcune di esse provengono dalle memorie originali pubblicate dai singoli studiosi, ma gran parte furono riprese direttamente o favorite da gentili cultori.

Infine con disegni schematici sono indicati dei fenomeni difficili a fotografarsi e l'insieme di dati di osservazioni, al fine di dare una visione completa della grandiosità di più avvenimenti della bassa e dell'alta atmosfera.

Attraverso i varî capitoli, il lettore potrà seguire nelle continue fasi ascendenti, le indagini sui fenomeni atmosferici, in modo particolare, e potrà accordare, mi auguro, la più larga simpatia agli studiosi di Meteorologia, i quali con appassionata e tenace attività, cercano di penetrare nell'intima evoluzione di molti fenomeni meteorologici, che hanno esercitato ed esercitano sempre una singolare e interessante attrattiva per le varie categorie di lettori.

CAPITOLO PRIMO

FRONTIERE DELL'ARIA

AI CONFINI DELL'ATMOSFERA CON GLI SPAZII SIDERALI

Nelle limpide giornate con la volta celeste percorsa da luci man mano più penetranti, viene spesso di domandarsi se quell'insieme di gas che formano l'involucro aereo entro cui viviamo abbia un limite; e se nelle alte quote i gas più leggeri possano, in date condizioni, diffondersi nell'infinito spazio interplanetario.

* * *

Questo insieme di gas, che denominiamo atmosfera, grava su tutto il globo con un peso uguale a circa 50 miliardi di tonnellate, cioè uguale al peso di un cubo di rame rosso massiccio con 82,5 chilometri di lato, ossia uguale a un miliardo del peso del nostro globo.

Il peso dell'atmosfera che sovrasta sulla superficie di un centimetro quadrato è misurato da una colonna di mercurio di 760 mm.; e siccome l'aria è 10.400 volte meno densa del mercurio, lo spessore dello strato di aria che equilibra l'anzidetta colonna di mercurio, dovrebbe raggiungere in cifra tonda otto chilometri.

Il sudetto spessore però è molto lontano dalla realtà, perchè abbiamo montagne, come il Monte Everest, e il Candor, il Re delle Ande, di altezza superiore agli 8000 m.; e le ascensioni aerostatiche hanno toccato quote di oltre 20.000 m.; e i palloni sonda financo i 40.000 metri.

L'esperienza ha dimostrato che il peso dell'aria, a misura che le altitudini aumentano in progressione aritmetica, decresce in proporzione geometrica.

* * *

Ma questa diminuzione del peso, ha un limite oltre il quale le molecole dei gas che compongono l'aria non possono rimanervi.

Dalle leggi della meccanica, applicate alle molecole dei gas che partecipano al movimento di rotazione del globo terrestre, sappiamo che tale limite è 5,6 il raggio terrestre; poichè a tale altitudine, contata a partire dalla superficie della terra, vi è equilibrio tra la forza centrifuga (che aumenta con

le altezze) e la forza di gravità (che invece decresce con l'altezza).

E se si suppone che a questa massima altezza, le particelle di aria ruotino ancora compiendo una rotazione completa nelle 24 ore, troviamo un'altezza da 30 a 40 chilometri, oltre la quale la forza centrifuga prevale sulla gravità e le particelle di aria sfuggiranno all'attrazione del nostro globo.

Però a queste altitudini, in un'aria così rarefatta, la nozione della velocità di una particella fluida scompare e hanno realtà fisica soltanto i movimenti individuali delle molecole.

Invero l'altezza dell'atmosfera non si può determinare esattamente, perchè non esiste alcuna frontiera; i gas più leggeri vanno man mano diminuendo con l'aumentare dell'altitudine e si può quindi parlare di altezza alla quale i gas hanno raggiunta una data diluizione.

Tuttavia possiamo stabilire un limite convenzionale dell'atmosfera, e propriamente la quota ove lo stato di dispersione delle molecole sia corrispondente a quanto si constata nella massima rarefazione ottenuta con le macchine pneumatiche.

Con siffatta limitazione possiamo attribuire la quota di circa 150 chilometri. Se rappresentiamo la terra con un globo di un metro di raggio, l'atmosfera sopra definita, corrisponde a una pellicola di circa 2 cm. di spessore.

* * *

Le molecole dei gas alle quote più elevate dell'atmosfera, come le molecole di un gas semplice, possono assimilarsi a piccolissimi proiettili di grandissima velocità. Se la temperatura rimane costante, le diverse molecole possono classificarsi in gruppi di data velocità, distribuiti secondo la nota legge di Maxwell. La media di tutte queste velocità è proporzionale alla radice quadrata della temperatura assoluta.

Le molecole più leggere, si muovono con velocità superiore alla media; e se esse hanno velocità tale da superare l'attrazione terrestre, ossia chilometri 11,2 per secondo (il che corrisponde a 6 volte la velocità molecolare media dell'idrogeno alla temperatura di zero gradi) si disperderanno nello spazio interplanetario. Di conseguenza la nostra atmosfera subirebbe una perdita progressiva delle molecole molto veloci degli strati superiori.

Alle origini, quando la crosta terrestre era più calda, le perdite dell'atmosfera dovettero verificarsi in misura di molto superiore a quanto ora si verifica, perchè allora l'atmosfera doveva essere ben diversa e la velocità di fuga dei gas doveva essere più rapida, cosicchè il neon, gas leggerissimo, dovette diminuire notevolmente.

Forse allora negli alti strati si trovava anche quel gas ipotetico intraveduto da Dirac e denominato da alcuni gas etereo, semplice, leggero, novecento volte meno dell'idrogeno, segnalato da Yung nella corona argentea attraversata da lucidi pennacchi e che negli ecclissi totali contorna il disco oscurato del sole.

* * *

Quando la crosta terrestre si raffreddò, l'atmosfera si modificò: ai gas già esistenti si aggiunsero grandi quantità di vapore acqueo, di anidride carbonica, e altri gas che si sprigionarono nella solidificazione del magma, e nel contempo si attenuò la dispersione dei gas più leggeri.

Attualmente l'elio, gas leggerissimo, si trova nell'atmosfera in minima quantità (circa 5 per milione) sebbene vi sia un rifornimento costante, ma piccolo, dell'elio che proviene dall'azione che l'atmosfera esplica sulle rocce ignee della crosta terrestre.

Vorrà dire che attualmente l'atmosfera subisce perdite di elio, ossia che l'elio a causa del suo piccolo peso, può acquistare velocità vicine a quelle richieste per sfuggire dall'atmosfera. A questa fuga continua viene attribuita la luminosità evanescente del cielo notturno (massima durante il massimo delle macchie solari) che Lord Rayleigh denominò aurora polare.

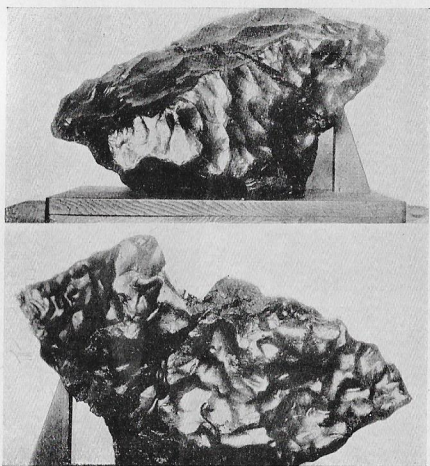
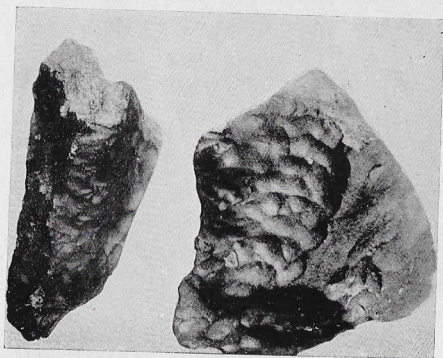
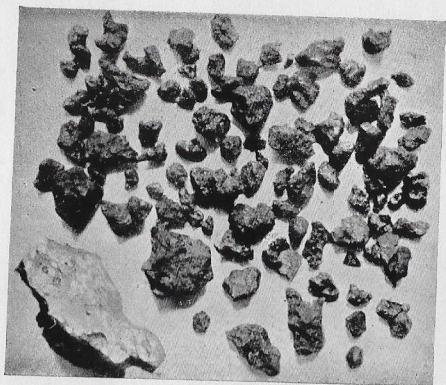
***

L'elio può in effetti acquistare velocità notevoli, se si suppone che esso possa venire in collisione con atomi di ossigeno molto attivo che si trovano nell'alta atmosfera, e la di cui presenza è confermata dalle due righe rosse (proprie dell'ossigeno), oltre la caratteristica riga verde aurorale, che risultano dall'analisi dello spettro della luce del cielo notturno.

Secondo Spencer Jones, gli atomi di ossigeno delle alte quote possono trovarsi in uno stato tale di eccitazione da trattenere per qualche tempo l'energia, cosicchè venendo in collisione con atomi di altri corpi, possono subito scaricare la propria energia e gli uni e gli altri dopo rimbalzeranno con velocità di molto aumentata.

Gli atomi di elio per l'estrema leggerezza possono allora acquistare almeno la velocità limite (sopra ricordata) di 12 chilometri al secondo, e quindi disperdersi negli spazî interplanetari.

Ma fin quando dureranno questi fenomeni?

L'ossigeno è un elemento chimicamente attivo, e di conseguenza i continui processi che si evolvono alla superficie del globo (ricordiamo che l'azione atmosferica sulle rocce ignee forma depositi sedimentari con sabbie) e fanno diminuire la quantità di ossigeno dell'atmosfera.

TAV. I – *Le figure 1ª e 2ª sono tratte da una pubblicazione di F. Millosevich, e riguardano il ferro meteorico ritrovato nel giugno 1921 dal tenente Dall'Olio, in località Dersa ad est di Uegit nei pressi della carovaniera Uegit-Oddur (Somalia). La prima figura 1/6 circa del naturale ha in alto la superficie pianeggiante più estesa con remagliti; in alto a destra e di scorcio, altra superficie pianeggiante più piccola; in basso parte della superficie convessa. – L'altra figura riguarda la superficie opposta alla precedente. Nella parte superiore fu tagliata una lastra, e la superficie piana fu levigata e corrosa con acido nitrico diluito.*

TAV. II – In alto: *Pezzi di meteoriti a Erlherville il 10 maggio 1879 a 17 ore ed esposte al Museo Nazionale degli Stati Uniti (dalla pubblicazione di G.P. Merrill).* – In basso: *Le due figure riguardano pezzi della meteorite caduta nel territorio di Bur-Hacaba (Somalia) alle 8^h^ del 16 ottobre 1919 e descritte dal Neviani. La prima figura riproduce il pezzo della meteorite del peso di chg. 15,400 ed ha l'aspetto di una grossa scheggia triangolare con superficie esterna tutta ricoperta da crosta. La seconda figura riguarda la parte posteriore o dorsa, e forma come una fascia nella regione posta alla base del triangolo.*

* * *

In contrapposto vi è un rifornimento, anch'esso continuo, dovuto alla vegetazione che si estende su gran parte della superficie terrestre. Inquantochè le piante prendono dall'atmosfera il biossido di carbonio e a mezzo della clorofilla, sotto l'azione della radiazione solare, il carbonio viene fissato per la ricostruzione delle nuove cellule vegetali e nel contempo l'ossigeno viene restituito all'atmosfera.

Il biossido di carbonio viene rinnovato dalla continua decomposizione di sostanze vegetali e di altre materie organiche; e finchè si trovano sotterrate sostanze organiche, come il carbone e il petrolio che non potranno tutte decomporsi, si ha sempre un netto guadagno di ossigeno per l'atmosfera.

Ma se tutto il petrolio, il carbone e gli altri depositi organici, potessero dissotterrarsi e bruciarsi completamente, si consumerebbe, come ha recentemente illustrato Spencer Jones, tutto l'ossigeno dell'atmosfera.

Se ciò avvenisse in pieno, fra milioni di anni, si inizierebbe una nuova èra geologica e nel contempo altre energie dovute a disgregazione in parte della materia, potrebbero apportare un rivolgimento nelle condizioni di vita sul nostro globo.

I futuri fossili testimonieranno una nuova evoluzione della terra da oscillazioni nella composizione dell'atmosfera.

Quanti misteri ancora sfuggono alla penetrazione dell'acuto pensiero delle menti elette!

LE PIETRE CELESTI ATTRAVERSO L'ATMOSFERA TERRESTRE

Nelle limpide serate estive dolci, tiepide senza un soffio di brezza, con le miriadi di stelle tremolanti, la maestosa quiete degli spazî celesti è talora rotta dalle rapide apparizioni di globi lucenti, i quali attraversano come saette il cielo segnando traiettorie rettilinee o paraboliche fra le scintillanti costellazioni.

I globi di dimensioni notevoli, giunti al limite della propria traiettoria, scoppiano come effetto di esplosione, e i numerosi frammenti si sparpagliano a raggiera, come pioggerelle fantasticamente luminose e fine polvere dorata accompagna le luci residuali.

Talvolta i globi assumono al termine della propria traiettoria, tinte di rosso man mano evanescente, e giungono sulla terraferma come un pezzo unico, pesante, e di aspetto ben diverso dai comuni materiali solidi.

Trattasi di bolidi celesti, dei meteoriti provenienti dagli spazî celesti che giungono al suolo con velocità molto ridotta, per la resistenza opposta dagli strati della nostra atmosfera.

Le dimensioni delle meteoriti sono molto variabili e specie per quelle di piccola mole; facciano o no parte della stessa meteora, l'atmosfera terrestre vi

esplica un'azione non indifferente provocando delle alterazioni permanenti sulla superficie esterna.

Oggi che lo studio dell'atmosfera si è intensificato e per mezzo delle ascensioni aerostatiche conosciamo meglio la struttura dell'Oceano aereo, l'esame delle meteoriti, di questi corpi che attraversano tutta la massa aerea, potrà condurci a confermare o a completare le cognizioni finora acquistate. E ancora a comprendere meglio il modo come il meteorite percorra la sua traiettoria, poichè le diverse densità dei gas che si succedono al disopra della stratosfera dovranno lasciare tracce sui materiali pervenutivi.

***

I bolidi denominati orionidi si osservano più frequentemente nell'autunno col culmine il 19-20 ottobre, mentre le leonidi si notano nelle chiare notti di agosto e più raramente nel novembre.

Sembra che dall'Era Cristiana finora si siano constatate parecchie centinaia di cadute di bolidi, e più della metà si sono osservati dal 1801 ad oggi.

È una statistica poco fondata, perchè molti globi caduti nelle ore del giorno o in luoghi isolati son potuti sfuggire alla diretta osservazione.

La più antica pietra vista cadere dal cielo è quella che il 16 novembre 1492 fu raccolta a Ensisheim in Alsazia; pesava 93,5 chg. Il Re Massimiliano la fece

trasportare al suo castello: ne tolse due frammenti, uno pel Duca Sigismondo d'Austria e l'altro per sè, e poscia ordinò che la rimanenza fosse conservata nella chiesa di Ensisheim sospesa a solida catena.

In Italia la più antica pietra veduta cadere, è il sasso caduto nella Villa di Albareto presso Modena, alla metà del luglio 1766. All'Università di Roma si trova un frammento di tale pietra che pesa 145 grammi, parzialmente incrostata, mentre all'Università di Modena se ne conserva un frammento di 697 grammi circa; condrite globulare iperstenica.

Altra meteorite è quella del 17 luglio 1840, caduta a Cereseto (Alessandria); condrite globulare brecciata.

Il gigantesco meteorite di 25 tonnellate caduto in Groenlandia nel 1870 è stato in quest'anno trasportato a Stoccolma, e sottoposto ad un trattamento di perforazione diamantifera, si è rivelato composto di ferro puro invece che di basalto come fu ritenuto per parecchio tempo.

Il 31 agosto 1872 nell'Agro romano cadde una meteorite conosciuta come meteorite di Orvinio (Rieti), e tanto P. Stanislao Ferrari quanto Padre Secchi, pubblicarono pregevoli studi sui relativi caratteri fisici astronomici. Di questa condrite bronzitica nera se ne conserva all'Università di Roma un frammento, in buona parte incrostato, del peso di 710 grammi.

* * *

Anche sul continente nero saranno cadute pietre celesti e forse sarà molto probabile ritrovare parecchi esemplari nelle zone anche le più impenetrabili.

Ricordiamo che alle 8^h del 16 ottobre 1919 fu veduta cadere una meteorite da alcuni abitanti di Bur Hacaba nella Somalia.

La meteorite attraversò lentamente l'atmosfera da Nord a Sud, pochi istanti dopo scoppiò con grande fragore, e numerosi frammenti caddero tutto intorno fino alla distanza di oltre 80 chilometri.

Pochi anni dopo il Prof. Neviani, ben noto ai Romani pel suo lungo e dotto magistero al Visconti, potè avere da un ufficiale suo affezionato discepolo, 122 frammenti di detta meteorite del peso complessivo di 120 chilogrammi e un frammento pesava chg. 15,400. Trattavasi di una roccia ammolite corrispondente alle condrite cristalline del Brezina e alle Eustatile-Chondrites del Pior. (Tav. I, II).

L'analisi microscopica e microchimica portò all'isolamento di parecchi metalli e principalmente del ferro, nikel, olivina, pirrotina.

L'esemplare più grande presenta anche delle striature e delle croste di grande interesse scientifico.

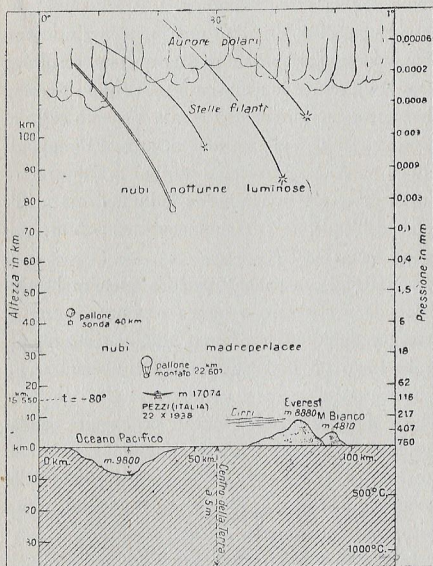
In tutti gli anni non mancano le meteoriti, e specie nell'estate vengono più facilmente notate, poichè, la

mite temperatura e le serenità stellate, rendono più facile l'osservazione dei fenomeni celesti.

Il 6 dicembre dell'anno scorso verso le $17^h 30'$ fu veduta a Vicenza una meteora luminosa dalla coda lunghissima e visibile ad occhio nudo, la meteora percorse una traiettoria quasi orizzontale con origine da S.O. e perdendosi verso N.E. con la durata da 6 a 7 secondi.

Nel museo Mineralogico di Roma vi sono oltre un centinaio di frammenti di pietre cadute; e al Museo Nazionale degli Stati Uniti vi è la collezione più completa e in effetti fino a pochi anni fa si contavano poco più di 500 frammenti (Tav. II e III).

Queste strane pietre celesti hanno formato oggetto di molte indagini per ottenere dati sulla temperatura dell'alta atmosfera, utilizzando le altezze alle quali compaiono e poi scompaiono i concomitanti fenomeni luminosi.

La temperatura dell'aria subisce graduale diminuzione con la quota e in media si può attribuire la diminuzione di 6° per ogni 1000 metri di quota. Questa diminuzione non può ammettersi che permanga dello stesso ordine di grandezza fino a quote elevate, perchè se così fosse si arriverebbe a trovare alle quote di 12 o di 14 chilometri temperature così eccezionalmente basse da ritenere notevolmente modificata la struttura di qualsiasi corpo.

I fenomeni luminosi degli strati superiori dell'atmosfera; e le quote più elevate raggiunte dagli aeroplani. (Pezzi, omologati in m. 17.082), dai palloni liberi e dai palloni sonda.

I sondaggi con palloni sonda confermarono appunto che la diminuzione della temperatura con l'aumentare delle altitudini non presentava carattere continuativo, poichè ad una data quota si verificava quasi un arresto e le temperature per strati successivi si mantenevano pressochè costanti. Vennero così denominati stratosfera gli strati di aria al disopra di 11.000 m. Alla stratosfera si attribuì la temperatura media di — 58° per le nostre latitudini, ma al disopra dell'equatore si raggiungono temperature più basse, fino a — 86°.

I sondaggi con palloni portati a quote molto elevate non confermarono questa costanza di temperatura e difatti intorno ai 22 chm. i meteorografi registrarono un lieve aumento di temperatura. Le massime quote scandagliate non superano i 40 chm. e non abbiamo quindi elementi per seguire l'andamento della temperatura ad altitudini superiori ai 40 chm. Non sappiamo pertanto se l'aumento della temperatura constatato alle quote elevate si intensifica successivamente o muta.

In mancanza di metodi diretti di indagini, gli studiosi hanno cercato di ottenere dati sulla temperatura dell'alta atmosfera, interpretando alcuni fenomeni che si manifestano negli strati più elevati.

Notevoli risultati si conseguirono utilizzando i dati sulle altezze alle quali compaiono e poi scompaiono i fenomeni luminosi delle stelle cadenti.

Le meteoriti, provengono dallo spazio cosmico e attraversano l'atmosfera con velocità non inferiore in media ai 12 chm./s; e la vivissima incandescenza delle traiettorie rettilinee e parallele attraverso le scintillanti costellazioni, è spiegata ammettendo che al limite della nostra atmosfera questi corpi celesti incontrano notevole resistenza.

***

Lindemann e Dobson analizzando i fenomeni calorifici prodotti dallo spostamento nell'atmosfera di masse a grande velocità, dedussero che l'incendio delle meteoriti può spiegarsi, soltanto se si ammette che la densità dell'aria alle quote dai 100 ai 150 chilometri sia di molto superiore a quella assegnata dal calcolo sulla legge di rarefazione di Laplace, in una atmosfera supposta alla temperatura costante della stratosfera.

Se invece si ritiene che la temperatura negli strati elevati della stratosfera ritorni a crescere gradualmente, può ben giustificarsi il necessario aumento della densità, perchè l'aria apponga la dovuta resistenza a questi corpi celesti non appena essi penetrano nella nostra atmosfera.

E i predetti studiosi calcolarono temperature superiori di circa 80° a quelle della stratosfera per le quote intorno ai 150 chm. di altezza. Questi risultati

recentemente sono stati confermati dal Lincke con le determinazioni della densità dell'aria atmosferica fondandosi sui fenomeni crepuscolari.

Siffatto aumento della temperatura alle quote elevate e alle quali appaiono le meteoriti, può fare comprendere la caratteristica crosta di fusione, compatta, lucida, assieme alle altre croste superficiali con tenuissimo annerimento.

Il Neviani appunto ritenne che questa crosta tipica si formi allorchè la meteora attraversa le alte quote dell'atmosfera, mentre le altre croste minime superficiali si producono all'atto dello scoppio come effetto di una fiammata.

* * *

Le fantastiche messaggere celesti che guizzano scintillanti nelle notti estive e autunnali, confermano quindi l'esistenza di una zona a temperatura elevata nelle alte quote della stratosfera.

Non sappiamo fin dove si estende lo strato con così diverse caratteristiche termiche, ma forse alle quote vicino ai 400 chm. la temperatura deve ritornare a diminuire, come risulta dalle osservazioni sulle aurore boreali del Vegard. Ma tale diminuzione non si inizierà a quota fissa, poichè dalla forma delle aurore si nota che alcune volte predominano le colorazioni rosse, tal'altra invece solo ai bordi appaiono

le tinte rosse. Le prime forme prevalgono durante il massimo delle macchie solari e le altre durante il minimo.

Questo aumento di temperatura a quota elevata, trova ora sostegno nelle considerazioni fondate sull'assorbimento della radiazione solare dal piccolo strato a forte tenore di ozono che si trova negli strati molto elevati.

Le osservazioni sull'ozono atmosferico hanno mostrato una oscillazione di altezza col massimo in primavera e col minimo in autunno; e si dovrà quindi pensare ad una variazione stagionale della temperatura degli alti strati.

Pertanto rimane confermato che a quote elevate debbono verificarsi inversioni termiche di estensione e di grandezza variabile e che influenzeranno in maniera non ancora lontanamente apprezzata i fenomeni meteorologici osservati dalla superficie della Terra.

La stratosfera è ancora impenetrabile all'occhio vigile dello studioso e dello sperimentatore.

LE AURORE BOREALI

Nelle regioni nordiche, specialmente in prossimità del polo magnetico, si osservano talvolta strie luminose a guisa di panneggiamenti: sono le aurore boreali.

Striature increspate e frammezzate da addensamenti caotici; e a volte come un lieve manto, poco spesso, con ondeggiamenti intermittenti.

Talvolta luccicano come argento splendente e di tonalità gradualmente decrescente verso la zona più alta del cielo (Tav. IV).

I panneggiamenti con pieghe fantastiche, sembrano annodarsi attorno ad un affusto bianchissimo con freddi splendori, e attorno al quale le estreme pieghettature volteggiano, a guisa di veli trasparenti col tenero pacato pallore della perla.

Più di rado appaiono ampie colonne, arcuate, sfolgoranti con striature alternate rosee e azzurrate, a spirali tremolanti iridescenti; e tutte illuminate da getti di luce provenienti da misteriosi zampilli (Tav. V).

Dalle molte triangolazioni eseguite in Norvegia, risulta che le aurore boreali con maggiore frequenza si osservano fra i 100 e i 110 chilometri, ma possono raggiungere l'altezza massima di 400 chilometri.

Nelle regioni nordiche i fenomeni assumono più distinte proporzioni. Le aurore boreali si osservano più frequentemente lungo una zona che dal Capo Nord lambisce le coste settentrionali della Sembla; l'estrema parte NE. della Siberia, l'Alaska, la baia di Hudson, il Labrador, la Groenlandia, l'Islanda.

A distanza dalle regioni artiche, l'apparizione delle aurore boreali, genera un immenso chiaro, di tinta

rosa pallido, che si distacca sulla vôlta celeste di bleu immacolato, e gradualmente si indebolisce verso l'occaso.

Fenomeni suggestivi, incantevoli, delle notti polari; nelle prime ore del giorno, alle prime luci, il meraviglioso scenario fulmineamente si spegne.

Diverse volte si è notata la ripetizione di fenomeni aurorali, e di perturbazione magnetica per giorni successivi e all'incirca alla medesima ora; il che è ben spiegabile col periodico cambiamento ad ogni 24^h delle posizioni relative dei luoghi terrestri e del sole.

Nell'inverno del 1938 su tutta l'Europa centrale fu visibile un'intensa aurora boreale. Il cielo si illuminò di rosso acceso e molti credettero a incendi, a scoppi di polveriere, a esplosioni di raffinerie di petrolio.

I pescatori del mare del Nord rimasero nei porti temendo una furiosa tempesta; e pescatori danesi nella Manica notarono al largo il mare così straordinariamente calmo e l'illuminazione del cielo così incantevole che essi non osarono gettare le reti.

Le comunicazioni telefoniche tra l'Europa e le Americhe furono interrotte a più riprese. In alcuni piroscafi le bussole divennero folli per più ore.

Il fenomeno, non frequente, destò dovunque grande curiosità, e nelle campagne fu attribuito a violente convulsioni telluriche.

La rara apparizione per le nostre latitudini, non deve però ritenersi eccezionale poichè gli scrittori antichi, come Aristotile, Cicerone, Plinio, ne fanno larga menzione.

Recentemente R. Bernard enunciò la seguente classificazione per quanto riguarda il colore: aurore comuni di colore giallo verde, aurore di colore rosso scuro in tutta la loro estensione, aurore in cui solo il lembo inferiore ha una tinta rosso venosa.

Nelle prime predominano la riga verde e le zone azzurre dell'azoto, nelle seconde il colore rosso probabilmente è dovuto a considerevole aumento d'intensità delle righe rosse dell'ossigeno. Le aurore della terza categoria sono più rare e più evanescenti e l'origine ancora non è precisata.

* * *

Anni molto addietro si riteneva che le aurore boreali fossero prodotte da luci irradiate di notte dai ghiacci; più tardi si pensò a polveri prodotte dalla dissoluzione di meteoriti, prive di carica elettrica e provenienti dallo spazio cosmico. Si attribuì l'origine anche a raggi catodici provenienti dalla Terra, o da correnti di idrogeno cariche elettricamente e provenienti dal sole.

Le indagini condotte più tardi sui fenomeni solari, segnarono la fine di siffatte teorie, e specialmente

quando furono notate intime connessioni tra le aurore e i fenomeni che si evolvono sulla superficie del sole.

Da tutti è risaputo che sulla superficie del sole talvolta appaiono macchie, grigiastre ai bordi, convulse da moti turbinosi al centro (le più grandi sono ben visibili guardando direttamente l'astro con vetro affumicato); e la frequenza e la estensione di esse, varia da un anno al successivo, mostrando la periodicità di poco più di 11 anni. Si verificano anche periodi di altra durata, multipli del precedente, giungendo fino a 9 cicli; e allo scadere di essi i fenomeni solari presentano sviluppo più distinto.

Allorchè le macchie solari raggiungono il massimo, si osservano dalla terra fenomeni grandiosi che si rispecchiano sul limpido cielo con aspetti fantastici, le aurore boreali; e tempeste magnetiche ostacolano le trasmissioni telegrafiche e radiotelegrafiche.

Sorge quindi l'idea che l'origine di siffatti fenomeni debba essere il Sole.

Ricordiamo che l'italiano Donati, a proposito della grande aurora boreale del 4 febbraio 1872, emise l'ipotesi che le aurore boreali fossero prodotte da correnti elettriche lanciate attraverso lo spazio dal Sole fino alla Terra.

Oggi siffatte idee trovano largo sviluppo; la radiazione del Sole non si compone solo di raggi luminosi e di raggi calorifici, ma ad essa si aggiunge una ra-

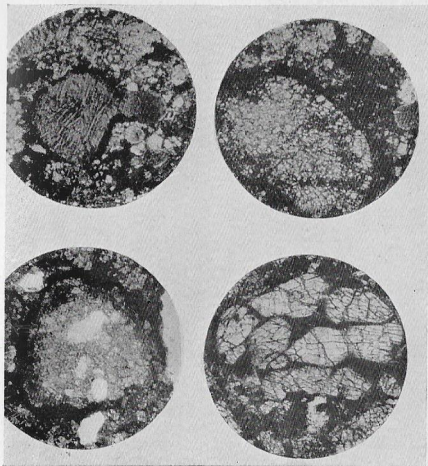
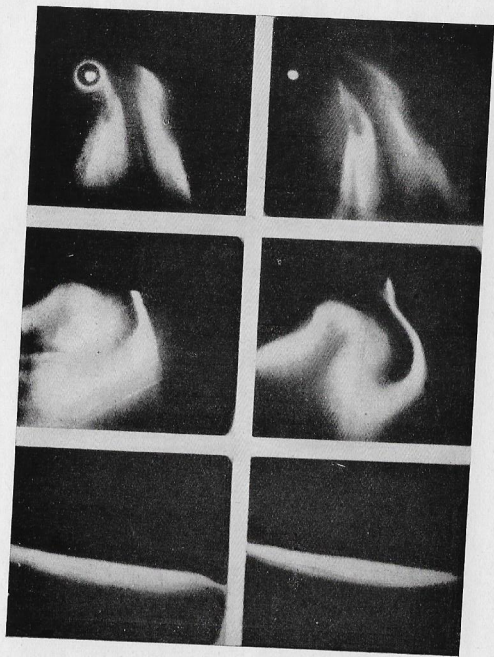
diazione corpuscolare di grande potenza, che non è trattenuta dall'atmosfera solare e quindi raggiunge l'atmosfera terrestre.

Questi corpuscoli lanciati dal Sole, sono elettroni; cioè particelle di elettricità negativa dotate di notevoli velocità.

Il campo magnetico terrestre fa deviare questa potente armata di corpuscoli e la fa concentrare in una zona circolare attorno ai poli magnetici della Terra.

Le reazioni fisico-chimiche e meccaniche tra gli elettroni emanati dal Sole e le particelle che costituiscono la nostra atmosfera, dànno luogo alle magnifiche colorazioni delle aurore boreali. Vegard analizzando con lo spettroscopio la radiazione emessa, vi riscontrò delle righe che appartengono all'azoto; il che prova la presenza di azoto oltre i 100 chilometri nell'atmosfera; e si riscontrò anche presenza di ossigeno e mancanza di idrogeno e di elio. Può accadere però che questi ultimi corpi si trovino ad elevate quote in quantità tali da non fare luogo ad alcuna riga spettrale.

***

Vanno ricordate le belle esperienze del Birkeland con la famosa « terrella »: una piccola sfera metallica la cui superficie veniva spalmata con sostanze fosforescenti, e avente nell'interno una elettrocala-

Tav. III – *Struttura interna di meteoriti del Museo Nazionale degli Stati Uniti (estratto dalla pubblicazione di G. P. Merrill).*

TAV. IV - *Aurore boreali fotografate a Trömso il 27-28 marzo 1930 da L. Harvey e E. Tönsberg.*

mita. Il tutto era collocato entro una campana di vetro vuotata di aria, e sottoposta al bombardamento dei raggi catodici, generati da un catodo posto nella campana stessa. La sfera rappresentava la Terra ed il catodo il Sole.

Da queste magnifiche esperienze, il Birkeland fu condotto a ritenere le perturbazioni magnetiche polari dovute a correnti elettriche provenienti dallo spazio cosmico, e che penetrano nell'interno della zona delle aurore boreali.

Ma si deve a Störmer l'interpretazione più profonda su tanti fatti assaggiati con la più delicata analisi matematica. La produzione scientifica di sì eminente studioso, è un monumento di dottrina e fonte di molte ricerche geofisiche.

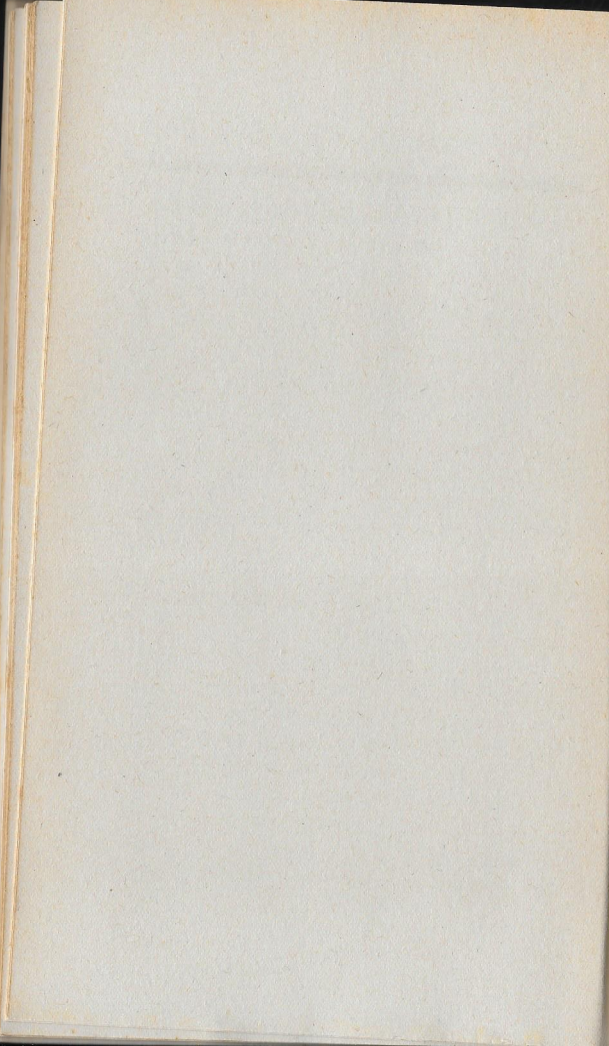
Il globo terrestre può considerarsi avvolto da uno spazio proibito agli elettroni; e le regioni boreali e australi intorno all'asse magnetico, sono le sole che comunicano liberamente con lo spazio cosmico e possono essere raggiunte dagli elettroni.

I fasci di elettroni lanciati dal sole, si raggruppano in vario modo, a seconda della posizione del centro di emanazione solare rispetto all'asse magnetico terrestre e quindi le aurore boreali possono assumere forme e dimensioni le più diverse.

Il vulcano solare emette quindi sciami di corpuscoli; ma essi possono, come è avvenuto oggi, risultare particolarmente densi e attivi talmente, da pe-

netrare profondamente nella nostra atmosfera e generare fenomeni a latitudini molto più basse delle ordinarie. Ma può accadere, come ben dice Bossiér, che siffatta emissione sia generatrice di fenomeni più grandiosi e le di cui manifestazioni forse sfuggono in parte agli osservatori terrestri.

CAPITOLO SECONDO

L'IMPENETRABILE STRATOSFERA

LA METEOROLOGIA DELLE ALTE QUOTE

Le radiose giornate che di frequente nell'autunno ci deliziano, sono spesso accompagnate da una graduale diminuzione della temperatura specialmente nelle prime ore del mattino: tale diminuzione non si presenta molesta e preannuncia la stagione invernale, che però da noi non raggiunge quegli estremi che si sogliono verificare nei paesi nordici con accumulo di nevi e di ghiaccio.

Anche nelle nostre montagne, sul fantastico arco alpino con incantevoli successioni di picchi e di alture, la neve ammanta tutto di bianco e ammassi di ghiaccio si modellano all'orografia rendendo uniforme il declivio. Però raramente i bianchi ammanti si distendono sugli Appennini e meno sulle isole ove le cime elevate si incappucciano di scintillante ermellino.

Le temperature al suolo non discendono che poco

al disotto di zero gradi, ma in montagna la diminuzione è rapida; e sulle alture si raggiungono temperature molto basse. Vi sono anche delle ampie pianure, delle colline, dei pianori dell'Europa orientale ove le nevi persistenti apportano notevoli abbassamenti di temperatura. Nell'uno e nell'altro caso, la diminuzione rispetto a quanto si osserva ad altitudini vicine al livello del mare, è più forte di quella che si ha nell'estate, a causa della modificata irradiazione delle ampie coperture nevose.

* * *

Siffatte profonde variazioni invernali, non si verificano nella libera atmosfera, anzi quivi avviene qualcosa di diverso, poichè la temperatura delle alte quote è più bassa in estate che non in inverno. Cosicchè i velivoli elevandosi in inverno, ad esempio, alla quota di 4000 metri incontrano temperature relativamente più elevate di quelle che un alpinista incontrerebbe ascendendo una montagna situata alla medesima altezza.

Normalmente si suppone, con largo margine, che la temperatura dell'aria diminuisca di 6° circa per ogni 1000 m. di quota; e quindi sollevandosi da una località ove la temperatura, ad esempio è di 4°, si dovrà trovare alla quota di poco più di 700 metri la temperatura di zero gradi. Questa diminuzione

non può ritenersi che permanga dello stesso ordine di grandezza fino a quote elevate, poichè se così fosse si arriverebbe a trovare alle quote di 12-14 chilometri, delle temperature così eccezionalmente basse da ritenere notevolmente modificata la struttura di qualsiasi corpo.

Dei dubbi su questa costante diminuzione invero si ebbero anche molti anni addietro, ma non si aveva la possibilità di scandagliare quelle quote con adeguati apparecchi di misura. Soltanto negli ultimi anni del secolo scorso, i tentativi furono coronati dal più felice successo, inquantochè degli involucri sferici riempiti di idrogeno, i cosiddetti palloni sonda, permisero il sollevamento di adeguati termografi che ci riportarono al suolo le temperature registrate a quote elevate. I progressi su tali metodi furono notevoli e continuano tuttora i perfezionamenti, al fine di precisare maggiormente il valore delle misure ricavate.

***

Oggi la struttura termica dell'alta atmosfera viene scandagliata con frequenza e da più parti del globo, poichè le stazioni preposte a tali indagini, sebbene non numerose, hanno intensificato il proprio lavoro. E i risultati conseguiti acquistano sempre maggiore importanza, poichè giungono in un periodo ove le energie di molti valorosi sono dirette a toccare mete

alte per realizzare la navigazione attraverso le alte quote la quale, sotto parecchi aspetti, si presenta più atta a svolgersi con velocità quasi iperboliche.

La sintesi delle esperienze eseguite è basilare sotto parecchi aspetti ed indispensabile per chiarire tanti dubbi che nascono spontanei, anche fra i molti che seguono con grande passione i progressi dell'aviazione.

I primi sondaggi dell'alta atmosfera fino alla quota di quasi 14 chilometri, compiuti da Teisserenc de Bort, mostrarono come la diminuzione della temperatura dell'aria con l'aumentare della quota si arrestava ai 10 chilometri e continuando ad ascendere le temperature presentavano una marcata costanza; cioè alle quote di 12-14 chilometri di altezza, si riscontrava la medesima temperatura. Parve quindi che oltre la quota di 10 chilometri l'atmosfera dovesse assumere una distinta costanza termica e quindi fu proposto di denominare « stratosfera » tutta la massa aerea sovrastante.

***

I successivi sondaggi confermarono tale stato di cose e soltanto modificarono l'inizio della stratosfera, inquantochè alcune volte la costanza termica apparve ai 12 chilometri e altre volte ai 13 chilometri; non solo, ma variava tale inizio a seconda della latitudine poichè nelle zone equatoriali appariva a quote superiori e invece nelle zone polari ad altitudini minori.

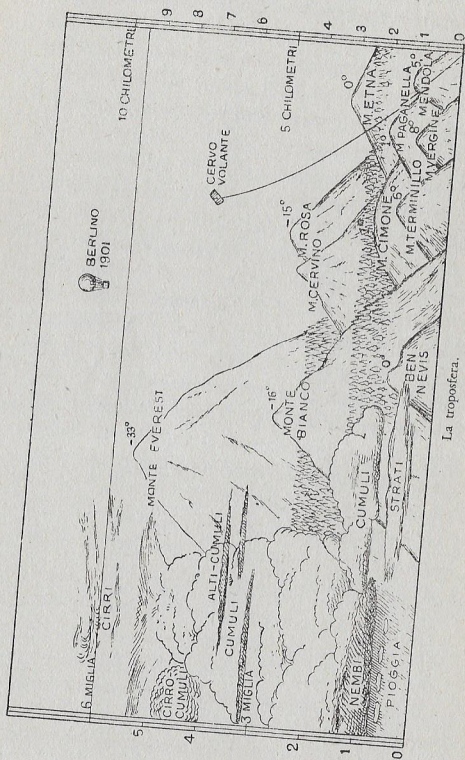
Differenze si notarono anche nelle temperature registrate. Come temperature medie della stratosfera, come già si disse, vennero attribuiti 50 gradi sotto zero alle alte latitudini, 56 gradi sotto zero alle latitudini dell'Italia, 58 gradi sotto zero ai tropici e 63 gradi sotto zero all'equatore.

Ossia tra la temperatura che si ha sull'equatore e quella sui poli, intercedono 35°; variazione all'incirca identica a quella che indica, al livello del suolo, la differenza tra la temperatura rilevata all'equatore (più elevata) e ai poli (più bassa).

Si denominò troposfera l'insieme degli strati al disotto di 10 chilometri; e si fu così portati a distinguere l'atmosfera in due parti: da un lato la troposfera influenzata dalla irradiazione del suolo e dall'altra la stratosfera la quale risente solo nella sua parte inferiore la radiazione degli strati ove si formano le nubi più elevate. Tropopausa venne denominata la zona di transizione.

Nella troposfera si elaborano la gran parte delle perturbazioni, vi appaiono le diverse formazioni nuvolose, vi si elevano le cime più alte.

***

Però non sembrò convincente questa costanza della temperatura dell'aria per tutti gli strati superiori ai 10 chilometri. È vero che, perfezionati i metodi di

La troposfera.

sondaggio e toccati i 16-17 e anche 19 chilometri, si ritrovò sempre la costanza della temperatura, ma permaneva il dubbio che altri fatti dovessero emergere da esplorazioni portate a quote superiori. E tanto più che Jaumotte aveva trovato una variazione di temperatura intorno ai 20 chilometri, ma nel senso positivo; cioè la temperatura non solo rimaneva più costante, ma presentava graduali aumenti, ossia gli strati dell'atmosfera risultavano più caldi di quelli a quote più basse.

Questo aumento di temperatura a quote elevate, confermato da ulteriori esplorazioni, trova ora sostegno nelle considerazioni fondate sull'assorbimento della radiazione solare dal piccolo strato a forte tenore di ozono che si trova nelle regioni elevate. Secondo i calcoli di Gowan, la temperatura dell'atmosfera dovrebbe cominciare ad aumentare verso i 30 chilometri di altezza fino a raggiungere circa 400 assoluti verso gli 80 chilometri.

* * *

Un nuovo procedimento viene fornito dall'analisi della quantità di ozono che si trova negli alti strati dell'atmosfera.

Il primo dato numerico relativo all'ozono che si possiede con sufficiente rigore scientifico, riguarda il suo spessore ridotto, cioè lo spessore che occuperebbe

il gas se esso fosse separato da altri gas dell'atmosfera e ricondotto alla pressione normale e alla temperatura di zero gradi. Questa determinazione fu eseguita la prima volta nel 1913 da Fabry e Buisson.

Dalle successive indagini proseguite in più luoghi, risulta che l'ozono si trova all'altezza di una quarantina di chilometri, ma può, in condizioni particolari, discendere fino a venti chilometri. Ossia l'ozono atmosferico è concentrato nella stratosfera ove, sappiamo, la temperaura è molto bassa e varia poco dalla tropopausa fino a circa una quarantina di chilometri. Inoltre è risultato che in un dato posto del globo, lo spessore ridotto dell'ozono varia da un giorno all'altro in modo disordinato; ma il metodo statistico lascia intravedere una variazione stagionale molto netta col massimo in primavera e il minimo in autunno.

Lo spessore medio varia con la latitudine: esso diminuisce andando dal polo all'equatore, cosicchè varia l'amplitudine stagionale.

Recentemente le ricerche si sono intensificate sulla ripartizione verticale dell'ozono in funzione dell'altitudine.

Regener affidando uno spettroscopio a un pallone sonda che si elevò fino a 30 chm., misurò lo spessore ridotto dell'ozono al disopra del pallone; altre misure furono eseguite a bordo dell'*Explorer II*, che raggiunse 22 chm. di altezza.

Da alcune esperienze di laboratorio è risultata ben marcata la variazione di temperatura col mutare dello spessore dell'ozono; e dirette esperienze hanno confermato che siffatte variazioni sono dovute all'arrivo di diverse masse d'aria.

Ad Abisko, Osservatorio svedese della Lapponia, si è appunto notata una relazione tra lo spessore ridotto dell'ozono atmosferico che si trova tra 20 e 30 chm. di quota. Dalle carte meteorologiche concomitanti dalle quali era possibile conoscere la posizione della superficie di discontinuità, si potè determinare il tipo di massa d'aria.

L'aria artica è molto ricca di ozono; essa è caratterizzata da forte spessore di ozono. La temperatura media dell'ozono è notevolmente più elevata con aria subpolare meno ricca di ozono. Ciò era da attendersi, poichè sappiamo che le temperature della stratosfera sono più elevate sul polo che non sull'equatore.

***

La causa della formazione dell'ozono rimane ancora incerta; ma siccome l'ozono è più abbondante la notte che non nel giorno, si può immaginare che esista nell'alta atmosfera una causa costante e sconosciuta della produzione dell'ozono (potrebbe essere una radiazione corpuscolare di origine cosmica). E in riguardo alle sue variazioni l'ipotesi più verosimile per interpretarle è quella di ammettere spostamenti

di masse d'aria negli strati superiori, dove l'ozono si trova in più grande quantità ai poli (mm. 0,350 in inverno), che all'equatore (mm. 0,200 in tutto l'anno).

Da queste misure può quindi provenire un'indicazione sulla relazione tra i movimenti dell'alta e bassa atmosfera: cioè la quantità di ozono è legata intimamente alle situazioni meteorologiche.

Secondo Fabry l'ozono interviene come un indicatore e serve a seguire gli spostamenti delle grandi masse stratosferiche; sarà pertanto una preziosa tecnica che i fisici metteranno a disposizione dei meteorologi.

***

Questo aumento della temperatura dell'aria ad alta quota viene anche confermato dalle indagini eseguite sulla propagazione del suono prodottosi durante forti esplosioni. È noto che in occasioni di esplosioni, spontanee o provocate da depositi di dinamite, l'audibilità del suono non risulta distribuita uniformemente attorno al luogo di scuotimento; e anzi entro una zona di parecchi chilometri non era avvertita, mentre ad una distanza superiore ricominciava l'audibilità. Si aveva quindi una zona di silenzio che separava la zona di audibilità attorno al luogo di esplosione, da un'altra zona di audibilità alla distanza dalla prima di circa 140 chilometri.

Il tempo di audibilità in questa seconda zona è più lungo di quello che si sarebbe avuto se la propagazione fosse avvenuta rettilinearmente dal luogo di scuotimento. E più fatti confermano che questa seconda zona è dovuta alla riflessione totale di quei raggi sonori i quali attraversando l'atmosfera dapprima con velocità inferiore, si sono man mano incurvati verso l'alto, fino a incontrare, a quote elevate, strati di densità diversa che li rinviano verso il suolo.

E il ritorno al suolo dei raggi sonori può interpretarsi con l'aumento di temperatura, ossia con una inversione nella stratosfera.

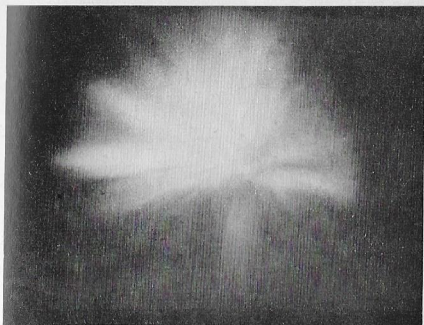
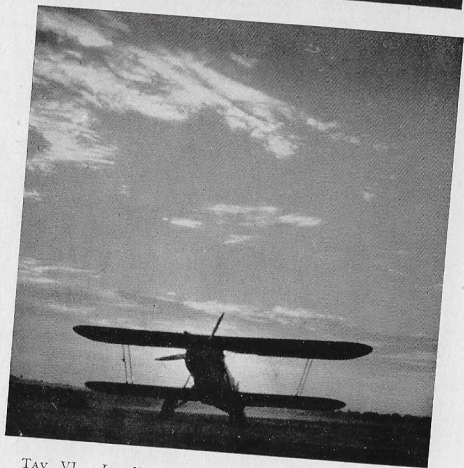
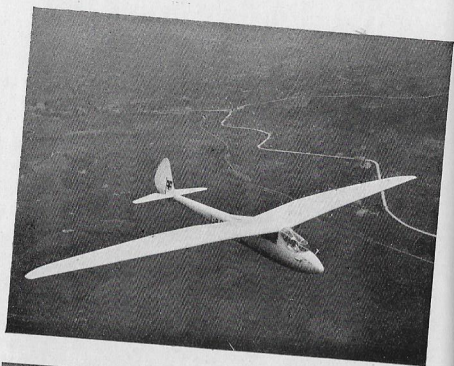
Vediamo così confermato, attraverso tanti fatti, l'aumento della temperatura con la quota nella stratosfera; e avviata la ricerca verso più larghi orizzonti che consentiranno di interpretare i fenomeni dell'atmosfera sotto nuovi aspetti, fecondi di pratiche applicazioni, particolarmente per la navigazione aerea nelle quote elevate.

L'ACQUA NELLA STRATOSFERA

Alle formazioni nuvolose si attribuisce una altezza non superiore ai dieci chilometri, e difatti le nubi più alte, i cirri, filiformi, evanescenti, raggiungono quote che si aggirano, normalmente, intorno ai

9000 metri. Alcune formazioni speciali, le nubi madreperlacee, si trovano ad altezze variabili dai 20 ai 30 chilometri, e le nubi notturne luminose, furono osservate da Störmer fino alla quota di 82 chilometri.

L'apparizione di queste nubi non è casuale, in quanto essa è collegata alla concomitanza di altri fattori meteorologici che si osservano in vicinanza del suolo: così le nubi madreperlacee stanno in relazione con profonde depressioni sull'Europa settentrionale ed appaiono con maggiore frequenza durante l'inverno, mentre le nubi notturne luminose si osservano più di frequente durante le limpide notti estive.

Queste formazioni nuvolose, si notano con maggiore frequenza nelle latitudini settentrionali ed hanno purezza e candore come di immacolati drappi che si distendono nella stratosfera. Esse hanno aspetto uniforme nella zona centrale, degradante verso il contorno e si spostano con velocità rilevante, specie quelle luminose, le quali raggiungono velocità financo di 50 metri al secondo nella direzione SSW. È come se un manto luccicante si svolga man mano scoprendo posteriormente limpido cielo, cupo azzurro, e coprendo per poco tempo a chiazze le zone anteriori, che successivamente riappaiono più affascinanti per la tonalità delle tinte dal bleu chiaro all'azzurro.

Tav. V – Sopra: *Corona di aurora boreale con ben distinti raggi bleu fotografata da C. Störmer a Bygdö il 23 marzo 1920 a 44°,41ˢ con posa di 6 secondi.* – Sotto: *Corona di aurora con raggi gialli, verdi e rossi fotografati da C. Störmer all'Osservatorio di Cristiania la sera del 16 dicembre 1917 con posa di 2 sec.*

TAV. VI – *Le ali silenziose raggiungeranno la stratosfera.*

Fenomeni però non frequenti e limitati quasi ad alcune zone del globo, cosicchè da molti si ritiene che la stratosfera sia priva di vapore acqueo.

La stratosfera è tutt'oggi poco conosciuta: i nuovi fatti osservati sono solchi profondi per i quali l'analisi e l'interpretazione si avviano per mete sempre più elevate.

* * *

Nella sua prima ascensione, Piccard fu molto sorpreso di vedere sfilare davanti gli sportelli, piccole nubi a guisa di radi pacchetti di nuvolaglie, aventi complessivamente il diametro di pochi metri, i quali discendevano ai fianchi dell'aerostato, mentre altri transitavano davanti.

I numerosi spettatori che seguirono l'argenteo sferico, lo videro circondato da nubi poco dense a guisa di raggiante aureola. Lo sferico americano « *Explorere II* » fu avvolto da nubi, in quantità notevole, e il pilota ebbe il sospetto che si fosse sviluppato un incendio fra i sacchi di zavorra.

Dai risultati delle analisi condotte su campioni d'aria presi con palloni sonda, Cosyus trovò notevole umidità: il vapore d'acqua nell'alta atmosfera si trova soprassaturo.

Tutti questi fatti concorrono quindi a pensare che nella stratosfera si trovi del vapore acqueo e in misura rilevante: questo vapore d'acqua non giunge sulla terra-ferma perchè esso non può condensarsi.

Come è noto la condensazione del vapore d'acqua può avvenire, sia a mezzo di piccoli grani di polvere, sia per mezzo di joni elettrizzati. La condensazione per joni non può avvenire nella stratosfera, perchè gli joni prodotti dalla radiazione cosmica non sono atti alla condensazione e i grani di polvere normalmente mancano del tutto. Quindi nella stratosfera manca la possibilità di condensazione; le masse di aria con vapore d'acqua raggiungono quelle alte quote prive del tutto di pulviscolo.

* * *

Il Piccard ha fatto anche notare come altri avvenimenti confermano che nella stratosfera vi è soprassaturazione. Si dice spesso che le eruzioni vulcaniche producono della pioggia; e difatti durante i grandi parossismi spesso si hanno frammezzati delle piogge, talora intense, ma di breve durata. La quantità di acqua che proviene dai vulcani è ben poca; e si può quindi pensare che le ceneri lanciate nelle più intense fasi eruttive raggiungendo la stratosfera, formino dei germi di condensazione del vapore d'acqua ivi esistente; e allora l'acqua della stratosfera raggiunge il suolo, con pesanti e fredde gocce a guisa di grossi smeraldi.

Va ricordato che nel giorno in cui si verificò la grande esplosione di Courneuve, il cielo era sereno,

limpido, e al disopra del luogo ove avvenne l'esplosione, fu osservata una nube che sollevandosi si apriva a forma di ampio fungo; man mano la nube divenne più densa, più scura, e dopo cadde pioggia intensa e in quantità rilevante e sufficiente per spegnere l'incendio sviluppatosi al suolo.

Al principio dell'estate del 1890 nella gravissima esplosione della polveriera a Vigna Pia, alle porte di Roma, il cielo man mano si coprì di nuvole spesse, grigio oscuro e goccioloni abbondanti si rovesciarono sulla città.

* * *

A quote elevate dell'atmosfera talvolta si produce soprassaturazione con temperature di parecchi gradi al disotto dello zero, ma anche se viene raggiunta la tensione del vapore di saturazione rispetto al ghiaccio, non si effettua la sublimazione se mancano i nuclei di condensazione; ma se essi giungono numerosi, allora appaiono rapide formazioni nuvolose, cirriformi, diradate ai bordi. Si spiegano in tal modo le bianche scie che si vedono dal suolo a guisa di stratificazione non molto compatte, sullo sfondo del cielo di cobalto, lungo il percorso dei velivoli che i gloriosi piloti portano nella stratosfera. I gas prodotti dallo scappamento dei motori producono la condensazione del vapore acqueo nelle quote attraversate, mentre sui pianori sottostanti le correnti discendenti,

patrimonio delle belle e assolate giornate primaverili, non la favoriscono.

***

Fatti nuovi che apportano luce di progresso nella migliore interpretazione dei fenomeni che si elaborano nella stratosfera. Ben poche erano le esperienze e le esplorazioni (invero non estese a quote elevate) prese a fondamento di una teoria che per anni trovò largo credito; ma le nuove attività aerologiche che si sviluppano con ritmo crescente, non tarderanno a fornire solide basi per una più perfetta conoscenza della struttura meteorologica degli alti strati, ove alati velivoli faciliteranno le più rapide comunicazioni, fra i continenti separati dagli immensi oceani.

LE ALI SILENZIOSE RAGGIUNGERANNO LA STRATOSFERA?

Le delicatissime strutture alate, con particolari profili, senza motore, che si elevano a quota e che percorrono lunghi tragitti nel mezzo aereo, utilizzando le correnti aeree e in particolar modo le correnti ascendenti, hanno ormai trovato dovunque largo impiego.

Il sondaggio dell'atmosfera con apparecchio senza motore, comunemente conosciuto sotto il nome di

volo a vela, trovò in Germania il substrato favorevole pel massimo sviluppo e i risultati notevoli man mano conseguiti, incitarono le altre Nazioni alla diffusione dei nuovi mezzi di sondare l'atmosfera.

Le grandi ali degli alianti ormai si elevano quasi dovunque e i giovani sono particolarmente attirati in questa nuova via che luminosamente si apre alle loro particolari attitudini.

* * *

Alle prime fasi di orientamento, ben presto subentrarono le coordinazioni con le scienze sperimentali e più intimamente con la Meteorologia e con l'Aerologia; e nel contempo il perfezionamento della tecnica e l'abilità dei piloti favorirono le evoluzioni sempre più ardite.

Le gare nazionali e internazionali con lo spirito combattivo aviatorio, hanno sempre dato nuovi impulsi all'efficienza del volo, e i 730 chm. di percorso a mèta precedentemente stabilita, e gli 8000 metri sul livello del mare, attestano i perfezionamenti conseguiti nel giro di poco più di un decennio. E oggi nei paesi dove il volo a vela è molto sviluppato, si lavora attorno alle possibilità di superare i 10.000 m.; cioè di penetrare nella stratosfera e dove l'aliante non troverebbe correnti verticali, bensì notevoli correnti orizzontali che forse favoriranno lunghe traversate, sorvolando continenti e mari dalla quota ove

il cielo frequentemente è sereno e l'atmosfera è lucida nelle sue più pure colorazioni azzurre.

Due vie diverse sono state seguite e ciascuna di esse ad intervalli ha subìto maggiore sviluppo: le correnti termiche, le correnti ascendenti lungo il pendio dei monti.

Una netta divisione fra questi diversi metodi in effetti non esiste; e si può dire che nel volo a vela si cerca, ove si presenti l'occasione, di sfruttare le correnti ascendenti comunque esse si originino (Tav. VI).

Un esempio tipico lo troviamo nell'attraversamento delle Alpi che fu praticato da più alianti, in partenza da Berna, nel maggio 1938. Il volo a vela al disopra delle Alpi è la più brillante affermazione delle molte possibilità del pilota di aliante.

Se correnti dinamiche, correnti di rilievo favorirono il sorvolo delle cime più elevate, dei ghiacciai più scintillanti, le correnti termiche alla loro volta che si generano nelle strette conche dei pendii rocciosi, nei campicelli di neve a ridosso della chiostra di cuspidi, di creste, di guglie, diedero modo di compiere sbalzi rapidi rendendosi amica la natura, grande in ogni manifestazione.

* * *

Come ben dice Georgii, l'apostolo più fervente del volo a vela, i magnifici risultati ottenuti con i voli fra i monti rimettono in auge il volo a vela lungo i

pendii, che era stato posto in seconda linea dal fiorire del volo termico; e fanno sviluppare oltre il volo termico l'utilizzazione delle correnti ascendenti dinamiche lungo gli ostacoli opposti dai monti al fluire delle masse d'aria dai luoghi di più elevata pressione verso le zone di più bassa pressione.

Questo continuo progresso mira a dare al volo a vela la possibilità di solcare l'atmosfera con qualunque situazione atmosferica, poichè, sia in occasione di bello o di cattivo tempo, vi è sempre spostamento di masse di aria, genesi di ogni manifestazione meteorologica.

Lo sviluppo del volo a vela si deve anche in gran parte al costruttore che rimane chiuso nelle sue officine e in piccola parte partecipa alla gloria del pilota in volo.

Grandi progressi si conseguirono col rendere piccola la velocità di discesa, con un buon angolo di planata, con grande apertura alare, con ottime caratteristiche di volo, mercè l'impiego di timoni orizzontali e verticali compensati, e più tardi con la dimostrazione sperimentale che la bontà aerodinamica di un aliante può venire migliorata notevolmente dando un'opportuna forma alla fusoliera e riducendola gradualmente sino ad incorporarla con l'ala stessa. La protezione del pilota è migliorata con una cappotta esterna in modo da togliere così l'interruzione della forma della fusoliera. I freni aerodina-

mici permettono di ridurre ad un limite sopportabile l'alta velocità di picchiata degli alianti.

Perfezionamenti tutti che oltre a dare una notevole sicurezza per i voli acrobatici o entro le nubi, rendono possibile il raggiungimento di quote elevate, utilizzando le forti correnti ascendenti che non di rado si verificano negli ammassi cumuliformi.

* * *

Le grandi distanze sogliono compiersi impiegando le correnti verticali che si trovano al disotto degli ammassi cumuliformi e specialmente quando esse si trovano a quote intorno ai 2000 metri. L'aliante passa da una zona di corrente termica all'altra guadagnando l'altezza con dei giri, ma operando in tal modo anche se la velocità di crociera fosse elevata si dovrebbero impiegare 12 ore per coprire la distanza di 500 chm. E siccome in una giornata di volo non si ha a disposizione un tale numero di ore con efficienti correnti termiche verticali, occorre compiere il volo con rapidità con l'impiego di correnti verticali continue e valevoli su largo campo.

Queste zone continue di venti ascendenti, sono date dalle nubi allineate quasi su una medesima direttrice; e si formano spesso in estate con buone condizioni della termica e contemporanee a forti velocità del vento, poichè la velocità del vento è un

supplemento che evidentemente conferisce all'aliante maggiore velocità.

Le registrazioni barografiche ottenute durante i voli compiuti con nubi allineate, differiscono notevolmente da quelle ottenute durante i normali voli termici. Difatti mentre queste ultime mostrano grandi oscillazioni di quote, i percorsi sotto le nubi allineate presentano lievi variazioni di quote.

Ma siffatti percorsi lunghi possono compiersi solo di giorno e sempre che l'aliante possa rimanere nell'aria da 7 a 8 ore con la velocità di almeno 100 chilometri, condizioni che non sono sempre possibili.

* * *

Ma una nuova via di progresso in distanza e più particolarmente in quota, si apre utilizzando speciali correnti di rilievo, cioè generate dall'orografia locale e così da avere il volo ondulato. La prima idea al riguardo si palesò osservando, durante la navigazione sugli Oceani, il volo dei gabbiani.

Se un vento di sufficiente velocità investe lateralmente una nave sull'Oceano, dietro la nave si forma un'onda di aria di grande ampiezza e lunghezza che accompagna la nave. Si ha allora un movimento ascendente che viene utilizzato dagli uccelli in volo librato. Difatti in tali condizioni si vedono i gabbiani mantenersi in volo librato fino all'altezza di 200 metri e alla distanza di 600 metri dalla nave.

Onde analoghe si producono sottovento ai monti e in particolar modo con i venti di foehn, ossia con quei venti che si generano quando una montagna si frappone, al libero percorso dello spostamento delle masse d'aria, dalla zona di alta pressione verso la zona di bassa pressione.

Volando con un netto vento di foehn da sud, nel Riesengebierge un aliante raggiunse la quota di 2500 metri nella corrente ascendente dell'onda. Volando nel ramo discendente dell'onda, l'aliante perdeva la sua altezza, ma riusciva a guadagnarla nuovamente, senza soverchia fatica, non appena si rimetteva a volare dinanzi all'onda nella zona della corrente ascendente.

Lo studio del volo a vela ad onde si presenta bene nelle Alpi e ricerche appositamente condotte hanno mostrato che con un vento di 50 chm/ora, aumenta la lunghezza d'onda. Queste condizioni sono indicate da speciali formazioni nuvolose che ricordano quelle lenticolari; e dalle registrazioni ottenute con sondaggi è risultato che tali onde si estendono sino ai limiti della troposfera. Con siffatte onde gli alianti possono fare notevoli sbalzi e raggiungere anche i 10.000 metri.

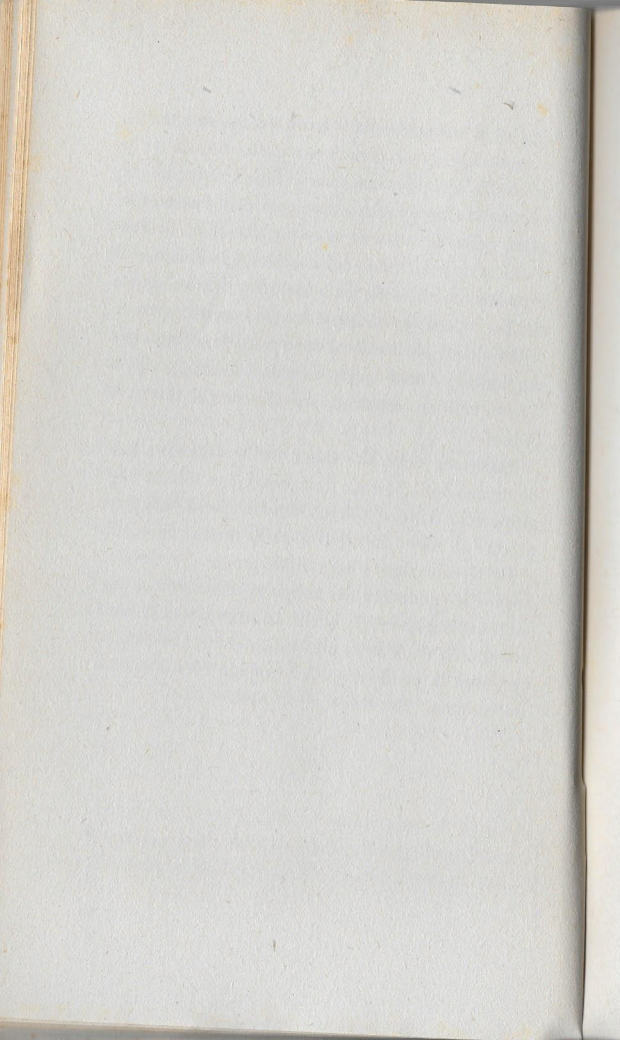
* * *

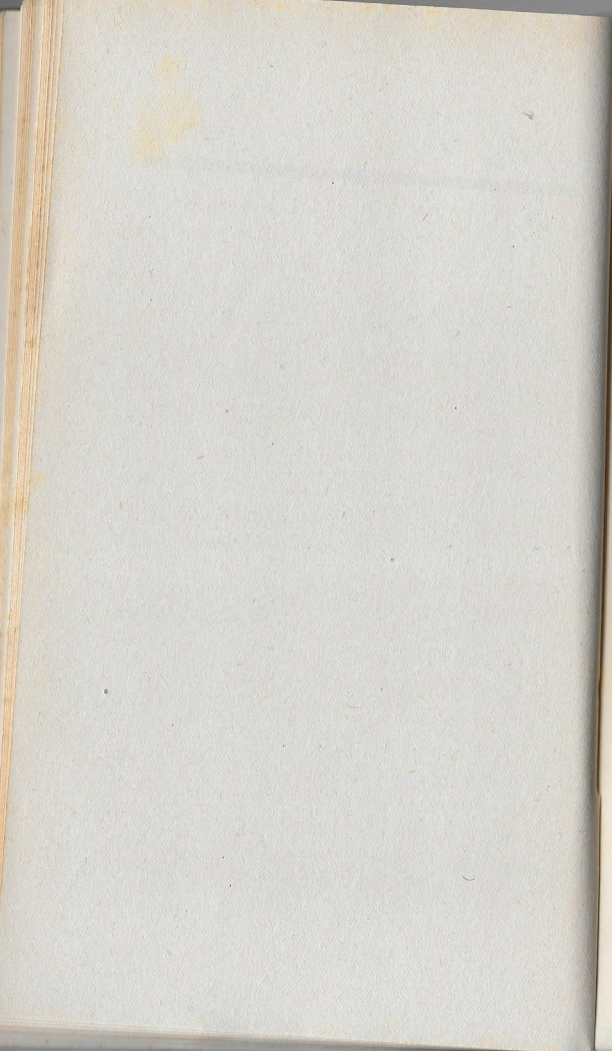
Anche le zone di discontinuità tra masse di aria di diversa natura, possono favorire il raggiungimento delle quote elevate. Condizioni particolarmente van-

taggiose si trovano nella zona littoranea della Libia, a causa della quasi permanente discontinuità tra la massa d'aria mediterranea che investe le coste libiche e la massa d'aria calda proveniente dall'interno. Cosicchè nella Libia per la notevole estensione di quest'ultima massa d'aria, col che si rende possibile il ritrovamento delle correnti ascendenti fino a quote elevate, è possibile compiere lunghi e sicuri percorsi.

Gli alianti più moderni sono ormai attrezzati per raggiungere queste quote elevate, e bombole di ossigeno, stufette elettriche, arricchiscono il materiale di bordo.

E siccome nelle alte quote, nella stratosfera predominano forti correnti orizzontali, un aliante raggiungendo i 10 e più chilometri, potrà compiere percorsi di molto superiori a quelli finora conosciuti.

Le ali silenziose sono quindi pronte per elevarsi, appena le condizioni del tempo lo consentono e raggiungere rapidamente anche la stratosfera, la zona così diversa dagli strati più bassi, e che fra non molto costituirà la piattaforma delle rapide comunicazioni tra continenti attraverso gli Oceani.

CAPITOLO TERZO

GLI EFFETTI DELLA LUCE

L'AZZURRO DEL CIELO NELLE GIGANTESCHE ONDE DI LUCE

Nel pieno sviluppo dell'estate col tardivo aumento della temperatura, si mantiene vivace la vegetazione e i rosai e i roveti si alternano nei magnifici festoni. Tanta rigogliosità e gaiezza della natura si specchia sulla immensa volta celeste, limpida e scintillante, come una grandiosa coppa opale di mirabile fattura.

Si è quasi continuamente portati a mirare le mutevoli gradazioni e sfumature della colorazione azzurra, a seconda dell'altezza del sole sull'orizzonte, di questo incantevole cielo.

Gli effetti coloristici si disegnano più suggestivi, quando il sole scende lentamente verso l'occidente e al mattino, prima che rosseggiano i lembi del cielo nella zona orientale.

Le colline si distaccano nitidamente sull'azzurro

terso e con dolci ondulazioni scendono verso la pianura. Dai luoghi montuosi l'azzurro del cielo ci appare bleu con armonie verso il turchino e i campi di neve, dorati di luce, sono bianchi anche a grandi distanze, mentre le parti di essi a fondo oscuro risultano con tinte bluastre. A quote elevate l'azzurro del cielo è mescolato col nero e le tinte più cariche sembrano gemmate nei vari riflessi della luce solare.

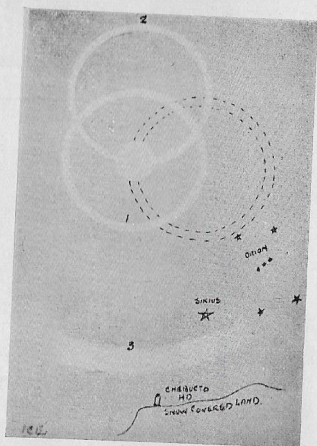
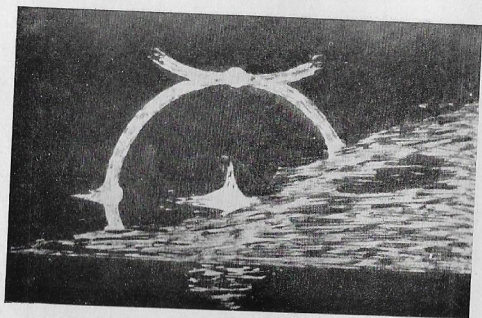
Goethe spiegava l'azzurro del cielo con la teoria dei colori per contrasto; Newton ricorse ai fenomeni di interferenze.

* * *

Spring attribuiva il bleu del cielo a un colore proprio dell'aria, basandosi sul fatto che quattro delle sostanze, che compongono il miscuglio aria, posseggono il colore azzurro e cioè l'ossigeno, il vapore acqueo, l'ozono, il perossido di idrogeno.

Però siffatta interpretazione non può accettarsi poichè, come dice Verdet, gli astri dovrebbero apparirci tanto più turchini quanto più vicino al mare si trova l'osservatore.

Trova invece sempre più fondamento la teoria basata sulla propagazione della luce attraverso un mezzo torbido, ove cioè si trovano disseminate minutissime particelle materiali, teoria divinata da Leonardo da Vinci.

Tav. VII - *Le luci crepuscolari.*

Tav. VIII – Sopra: *Alone lunare osservato sul Mediterraneo dalla nave Cerinthus il 7 nov. 1932.* – Sotto: *Alone lunare osservato sull'Oceano Atlantico Nord dalla nave Montcalm il 26 febbraio 1934.*

Si può preparare facilmente un mezzo torbido versando nell'acqua delle gocce di un'essenza o di una soluzione alcoolica di una resina; e se detto mezzo torbido, collocano entro una bacinella a facce parallele, si fa attraversare da un fascio di luce, si nota che la quantità di luce diffusa (ossia la propagazione della luce in tutte le direzioni) è tanto più intensa quanto più rilevante è la torbidità del liquido e anche quanto più grosse sono le particelle sospese.

Sappiamo ancora che la intensità della luce diffusa, varia col prodotto del numero delle particelle pel quadrato del loro volume, ossia l'intensità della luce diffusa può riguardarsi come proporzionale al volume individuale delle particelle; cosicchè l'intensità della luce diffusa, molto debole quando le particelle sono molto piccole, aumenta considerevolmente allorchè le particelle sono relativamente più grandi.

Ogni evoluzione del mezzo torbido si traduce in un agglomeramento di un certo numero di particelle individuali, senza modificazione del volume totale e di conseguenza accresce l'intensità della luce diffusa.

L'intensità di detta luce diffusa in un determinato mezzo torbido varia, per le diverse radiazioni, in ragione inversa della quarta potenza della lunghezza d'onda. Se quindi si illumina con luce bianca un mezzo torbido, le di cui particelle sono incolori, il fascio diffuso è più ricco di radiazioni di corta lun-

ghezza d'onda di quanto non lo era la luce incidente, e quindi il mezzo apparirà colorato di bleu.

I gas si comportano come mezzi torbidi e pertanto attraversati da un fascio luminoso essi diffondono la luce; e questa diffusione, che si produce sulle molecole stesse dei gas, obbedisce approssimativamente alla legge di Lord Rayleigh, ossia le radiazioni si diffondono in ragione inversa della quarta potenza della propria lunghezza d'onda.

L'atmosfera può ben considerarsi come un mezzo torbido poichè, contiene disseminate particelle materiali, e possono estendersi ad essa le proprietà ottiche sopra ricordate.

La luce del sole, attraversando l'atmosfera è diffusa con tanta più intensità quanto minore è la lunghezza d'onda, e la predominanza delle radiazioni di corta lunghezza d'onda, cioè, dalla parte del violetto dello spettro solare, si traduce nella colorazione bleu della luce diffusa.

Nel fascio di luce trasmesso direttamente, invece le radiazioni non sono diffuse, e allora la luce, che forma questo fascio, è proporzionalmente più ricca di radiazioni di grande lunghezza di quanto non lo sia la luce incidente, e ciò spiega la tinta rossa proveniente dal sole che tramonta.

* * *

Le determinazioni della graduazione di colorazione del cielo sono suggestive e non sempre si riesce a definire una data tinta; e se anche un occhio esercitato può apprezzare minime variazioni, non riesce a coordinare tante osservazioni per dedurre la prevalenza del tenore di alcune colorazioni. Riuscirebbe molto vantaggioso riferirsi a qualche scala di confronto, che generalizzandosi, faciliterebbe la conoscenza delle colorazioni nei diversi climi, che spesso vengono ricordate in modo imperfetto.

Queste scale di confronto debbono avvicinarsi molto alla colorazione bleu del cielo e non subire alterazione alcuna col tempo esponendole alla luce.

Dopo diversi tentativi si è finalmente riusciti ad ottenere una scala ben corrispondente alla stima della colorazione del cielo e ciò per merito di W. Ostwald, dietro suggerimento di Linke.

Questa scala è composta di 7 gradi, i quali mostrano le variazioni logaritmiche dal bianco azzurrognolo latteo al bleu oltremare.

A tal'uopo fu scelta una sostanza limpida di oltremare, colore molto stabile, che corrisponde approssimativamente al puro cielo allo zenit, e successivamente si chiarisce col bianco (adoperando il litopone) provocando in tal modo spostamenti del colore, simili a quelli che si ottengono nel cielo, allorchè

l'azzurro impallidisce per intorbidamento dell'atmosfera fino ad assumere la colorazione di un mare guarnito di grigio.

Vennero fatte mescolanze col litopone, in modo che i diversi gradi di colori si succedano secondo la nota legge di Fechner.

I miscugli così ottenuti si fissano con colla animale su fogli di cartone duro, formando un libretto di 80 per 113 mm. cosicchè aprendolo, tutte e due le pagine mostrano lo stesso colore.

* * *

Per eseguire le osservazioni ci si mette con la schiena rivolta verso il sole e si guarda, almeno per 30 secondi, il punto più azzurro del cielo, il quale si trova sul meridiano solare e distante dal sole all'incirca dai 70° ai 90°.

Senza levare gli occhi dal cielo, si apre il libretto e lo si porta rapidamente nel campo di vista dell'occhio e in modo che esso venga illuminato dal sole, e si fanno scorrere i vari fogli di colore, fino a che si trova un colore nella scala che corrisponde approssimativamente al colore del cielo o fino a che si sia persuasi che il colore del cielo stia fra due gradi della scala.

Presto si prende l'abitudine a giudicare il colore azzurro e a trascurare gli eventuali colori secondari diffusi nel cielo.

Le osservazioni delle diverse colorazioni del cielo, aiutano a comprendere le immediate variazioni del tempo, poichè, prima che si avvicini un annuvolamento, si constata una forte diminuzione dell'azzurro del cielo, mentre un aumento è intimamente collegato a prossima purezza dell'atmosfera. Esiste una relazione lineare fra visibilità e intensità della colorazione azzurra e le diverse tonalità diminuiscono coll'aumento del contenuto del vapore acqueo.

Nelle diverse ore del giorno la scintillazione prodotta dalla radiazione solare rende più seducenti gli aspetti dell'atmosfera. In più angoli e in diverse zone, durante i meriggi di colore d'oro e i freschi e sereni crepuscoli, il cielo appare gemmato nell'azzurro del zaffiro, nel bleu chiaro dell'acqua marina, nel bleu azzurrognolo del topazio.

In prossimità dell'orizzonte nei tiepidi meriggi tra le frastagliate alberature, le magnifiche colorazioni celesti dei turchesi, alternati con i bleu oltremare dei lapislazzuli, con venature o macchiature bianche residui di passeggere nuvolaglie, fanno da sfondo suggestivo alle ridenti e chiare scene della natura.

LE LUCI CREPUSCOLARI DEL CIELO ROMANO

Dopo le piogge minute, irregolari, e specialmente nel periodo dell'anno più vicino all'inverno, nel meriggio, le isolate formazioni nuvolose si diradano e attraverso numerosi squarci, lasciano apparire nel cielo chiazze azzurre sempre più larghe, più uniformi.

All'alba attardano le immacolate stratificazioni che preludiano le limpide luci crepuscolari, e spesso nebbioline candide nascondono come un velario, pieghettato in più parti, l'orizzonte da dove più tardi irrompono i radiosi raggi solari.

Ma al vespero luci pure si avvicendano, e la tersa atmosfera è tappezzata da scenari meravigliosi. I tramonti delle città costiere sono suggestivi, con le calde tinte che vanno diffondendosi, non appena l'astro divino si approssima al carro che lo trasporterà rapido su lontane regioni.

Accade talvolta che il cielo invece di apparire uniformemente azzurro, presenti in alcune sue parti una colorazione verdastra, più o meno estesa col massimo d'intensità in prossimità dell'orizzonte.

La colorazione verdastra del cielo è un fenomeno di tutte le latitudini e di tutte le ore del giorno, ma appare più chiaramente al sorgere e al tramonto del sole.

* * *

In Italia le magnifiche colorazioni si osservano con più frequenza dal novembre al gennaio; e al vespero, nitide tinte coloriscono il bel cielo di Roma, dando magnifici riflessi ai monumenti delle storiche antichità, della rinnovata epopea imperiale.

Le luci crepuscolari delle tinte più accese, talora appaiono selezionate su larga tavolozza e, attraverso le trine e i delicati merletti, scintillano le stelline come preziose gemme.

Ma altri fenomeni di pari splendore si disegnano nell'atmosfera quando le masse di aria fredda, provenienti dalle regioni nordiche, acclimatatesi sui mari italici, divengono stabili e rallentano gli abbassamenti della temperatura, preludio dei rigori invernali.

Nelle giornate calme, limpide, tra gli splendori degli ultimi raggi solari, si disegna sulla vôlta celeste un fenomeno di incomparabile bellezza.

Vicino al tramonto, verso levante, l'atmosfera si illumina per raggi tangenti al globo terrestre, e l'orizzonte assume tinte rosee, le quali man mano si elevano fino a toccare lo zenit e dipoi ridiscendono verso l'orizzonte, però dalla parte di ponente, seguendo a distanza la discesa del sole al disotto dell'orizzonte. La zona elevata non è bene limitata nella parte anteriore: il passaggio attraverso le tinte rosee procede progressivamente.

Invece nella parte posteriore, ossia orientale, la zona colorata termina bruscamente per dare posto ad una tinta bleu tenera, secondo un arco di cerchio, la sommità del quale appare in un punto dell'orizzonte opposto a quello ove il sole scompare.

Questo arco gradualmente si eleva e nel contempo diminuisce di intensità nella colorazione giungendo al bleu oscuro.

* * *

L'insieme del fenomeno è dovuto all'ombra portata dalla Terra nella propria atmosfera.

Nelle giornate limpide le fasi del fenomeno sono maestose, e la zona di bleu oscuro, sempre più allargandosi, è ben presto trapuntata dalle tremolanti stelle attraverso le luccicanti costellazioni.

Nelle città illuminate, l'ombra della terra, non è bene osservabile se non da punti elevati.

In aperta campagna, nelle larghe pianure o lungo le coste, meglio ancora sul mare, l'avanzarsi della zona bleu oscura è bene evidente e le successive penetrazioni nella tinta rosea, che lentamente si ritira verso occidente, è di un effetto grandioso.

La colorazione rosea ha origine negli strati più elevati, nella stratosfera; e se vi sono dei cirri, nubi filamentose, essi appaiono talvolta di un bel grigio chiaro su un magnifico fondo roseo e con tonalità, tanto più nitide quanto più limpida e tersa è la calotta celeste.

La durata del fenomeno è di circa 50 m. nelle nostre latitudini ed è più rapida nelle zone equatoriali.

L'evoluzione del fenomeno dell'ombra della Terra è anche utile per previsioni locali, cioè per preannunciare eventuali annuvolamenti e perturbazioni.

Lo stato del cielo a ponente influisce molto sulla purezza del fenomeno; e se si osservano con attenzione, tanto l'estensione delle colorazioni rosee quanto le zone colorate in bleu, si potrà dedurre con grande approssimazione, la distribuzione delle nubi al disotto dell'orizzonte occidentale del luogo di osservazione. Così se le nubi sono basse e molto spesse, esse daranno verso levante delle striature bleu, che non si ritroveranno più quando la tinta rosea ha raggiunto l'orizzonte occidentale.

Se le nubi sono molto lontane, l'ombra di esse potrà apparire nel cielo occidentale, mentre a levante il rosso è continuo.

Le nubi, la di cui presenza così rilevata a qualche centinaio di chilometri, si troveranno spesso sulla stazione alla fine della notte o al primo mattino.

* * *

R. P. Ch. Combier consiglia notare gli istanti di apparizione della sommità dell'arco bleu verso levante e la scomparsa della tinta rosea verso ponente che segna la fine del fenomeno; le tonalità della colora-

zione del roseo e del bleu continuo, il numero, la forma e la posizione delle striscie colorate, le variazioni successive della colorazione delle diverse nubi e relative evoluzioni.

Fatti tutti di grande interesse scientifico.

Nell'atmosfera la diffusione molecolare prodotta dall'aria pura e dalle agglomerazioni molecolari, nonchè delle particelle materiali, affievolisce lo splendore dei raggi solari, ma nel contempo origina una grande varietà di magnifici fenomeni luminosi (Tav. VII).

Gli auguri, gli argonauti, i guerrieri, alla vigilia di grandi imprese, miravano l'orizzonte all'occaso, e dalla purezza delle colorazioni traevano i migliori auspici.

E tutti noi siamo portati spesso, quasi senza volerlo, a mirare l'occaso al termine delle quotidiane fatiche; e nelle luminose tinte e nella chiarezza dell'immenso orizzonte, troviamo il conforto, la serenità, delle opere compiute.

GLI ADDOBBI LUMINOSI DEL CIELO

Nell'atmosfera dei mesi primaverili e di prima estate, abbonda il vapore acqueo e annuvolamenti poco consistenti subentrano a brevi intervalli con spessori e sviluppi i più diversi.

Però nell'insieme le nubi hanno colori tenui, tinte

calde; e talvolta si diradano con densità decrescente, fino a rendere il cielo placidamente velato.

Manca l'impetuoso stuolo di nubi foriere di tumultuose perturbazioni e le parti estreme dei singoli ammassi nuvolosi, non sempre ben definiti, sono scapigliati a guisa di larghi cespugli vibranti al vento.

Si hanno talvolta nubi sbandate, striate, a tessitura fibrosa, senza ombre proprie, denominate cirri, e sono composte di minutissimi cristalli di ghiaccio, esse con toni alternati, non di rado, sono intramezzate da nitide e distinte chiazze di cielo azzurro.

Le varietà più comuni presentano l'aspetto di una colonna verticale con due ordini ai lati, o di scheletri di alberature ramificate.

Le forme uncinate sono le più frequenti; le forme fibrose possono incurvarsi lungo il filamento per formare una fibbia, un fermaglio.

Le più caratteristiche formazioni cirrose, come affreschi rabescati, si svolgono al di fuori delle zone perturbate e per lo più si distendono nella parte superiore della troposfera.

Le parti codate o pettinate sono molto allungate e non di rado le ciocche si trovano nell'aria tropicale, mentre le code giacciono nell'aria polare, segnalando una distinta discontinuità e venti forti alle quote più elevate: e l'insieme dei filamenti, si sposta più frequentemente nel senso della lunghezza e meno trasversalmente.

* * *

Vicino al tramonto, le formazioni nuvolose assumono aspetti diversi ma nell'insieme armoniosi; larghe fasce arabescate d'oro attraversano l'opalescente vôlta celeste; e a volte esse si addensano in gruppi più serrati ai lati, diradati verso la zona centrale; e si modellano come un largo cerchio luminoso attorno al sole o anello biancastro attorno alla luna.

In alcune giornate le nubi hanno colore caldo, giallognolo, tinto da riflessi di oro fuso, e si formano nuvole a guisa di grandiosi scenari disposte secondo direttrici ben definite e strie luminose, riproducendo schemi di figure geometriche: rami di parabole, di iperboli, si adagiano ai bordi di immense ellissi o di circonferenze allungate nel senso longitudinale. A volte sono circonferenze lucide della zona centrale, sbiancate ai fianchi, con le pendici sull'orizzonte e che reggono quasi batuffoli luminosi, globuli iridescenti.

Grandiosi festoni sono più appariscenti nelle calme serate allorchè:

« antica e stanca in ciel salia la luna »
« e sugli erbosi dorsi e i ramoscelli »
« spargea luce manchevole e digiuna ».

Trattasi degli aloni, forme ben definite e attraverso molte determinazioni già classificate, di guisa

che gli osservatori anche isolati possono segnalare i fatti più salienti. Le nubi formatesi alle basse temperature dell'alta atmosfera, sono costituite da minuti cristalli di ghiaccio; e la rifrazione, la riflessione, la decomposizione della luce attraversando questi prismi orientati in modo diverso, danno luogo alle successive figure luminose:

> « E come l'aere, quando è ben giorno,
> per l'altrui raggio che in sè si riflette,
> Di diversi colori si mostra adorno ».

Gli anelli luminosi attorno al sole o alla luna col rosso interno susseguito dall'arancio, dal bianco e sfumato in violaceo verso l'esterno. L'alone straordinario è con tinte più distinte ma meno luminose (Tav. VIII).

Paraselei o paraselenei, dischi luminosi da ambo i lati del sole o della luna.

Archi luminosi che appaiono sulla parte superiore o inferiore dell'alone: archi tangenti verticali.

Strisce luminose orizzontali, a guisa di archi di grandiose circonferenze centrate allo zenit.

Corone bianche o con lievi tinte rosso-giallastro all'esterno e violacee all'interno, che circondano il sole o la luna (Tav. IX).

Fenomeni tutti suggestivi per la semplicità delle forme e per la nitidezza delle filettature, meno distinte nelle ore meridiane, e di magico splendore allorchè l'aria s'imbruna.

Tutti questi fenomeni sono dovuti alla dispersione esplicata sulle radiazioni luminose, dagli esili e numerosi cristalli di ghiaccio che formano i cirri.

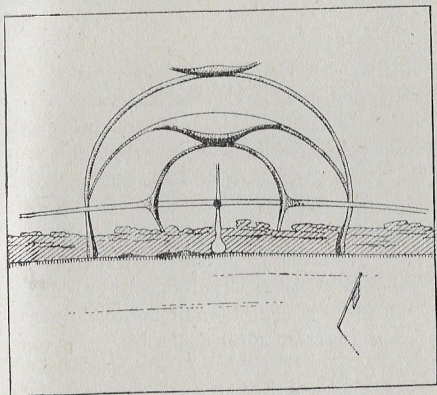
* * *

I cristalli di ghiaccio nell'atmosfera sono di tre generi, secondo Besson: lamelle il di cui spessore è molto piccolo relativamente alle due altre dimensioni, gli aghi che sono molto allungati in rapporto alla loro sezione, e i prismi le di cui tre dimensioni sono dello stesso ordine di grandezza. Nella produzione degli aloni esplicano un'azione più importante i prismi.

Talvolta più prismi sono saldati insieme, attraverso le estremità, per formare, sia in un piano, sia nello spazio, curiosi edifici cristallini. Siffatti corpi si mantengono orizzontalmente, e se i prismi, la di cui sezione è un esagono regolare, presentano l'uno verso l'altro le loro facce laterali, queste facce formano degli specchi doppi verticali che danno luogo a paranteli.

Un assembramento di quattro prismi in croce produce gli anteli.

Talvolta la base piana dei prismi di ghiaccio è ricoperta da una lamina che sborda. Queste lamelle in più assembramenti, formano tra di esse angoli supplementari di quelli che formano i prismi; e allora doppie riflessioni dànno origine a paranteli e anteli di particolare fattura.

Le riproduzioni di sì stupendi fenomeni nei laboratori scientifici adeguatamente attrezzati, sono di effetti mirabili di precisione, e mostrano la gran-

Complesso di aloni solari osservati sulla Terra Nord Orientale delle regioni artiche.

diosità dei fatti che si elaborano nelle alte quote dell'atmosfera.

* * *

Queste nubi filamentose, quasi evanescenti che si delineano con volute alternate con ciuffetti o spighe affusolate, e risiedono a quote elevate, per lo più al di sopra dei 6000 metri, sono collegate al cattivo tempo,

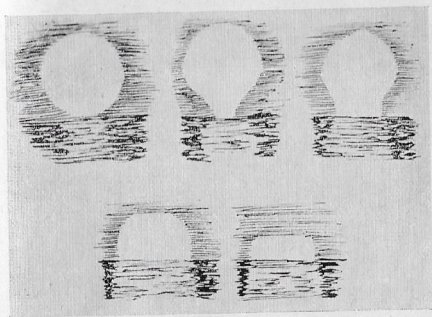
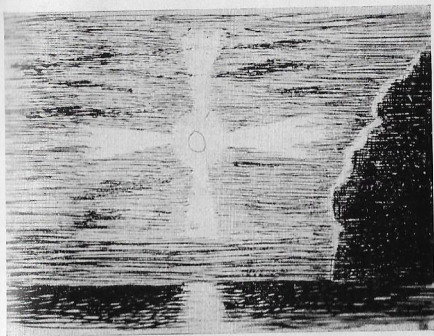
inquantochè esse costituiscono l'avanguardia o la fine delle perturbazioni a seconda della zona del cielo che ne risulta coperta. Ma non di rado, e ciò accade più frequentemente in primavera e in estate, i cirri si presentano più sfilettati e con una certa frequenza sia di giorno che di notte e attorno ai maggiori astri, si modellano festoni luminosi senza che ne segua perturbazione anche minima.

Alcuni studiosi attribuiscono siffatti cirri, o meglio ancora gli effetti luminosi concomitanti, a fatti cosmici; ossia a radiazioni cosmiche che faciliterebbero la condensazione del vapore acqueo delle alte quote in minutissimi ghiaccioli.

Dette radiazioni mostrerebbero una variazione periodica in relazione all'attività solare e durante il massimo delle macchie solari dovrebbe risultare maggiore frequenza di aloni lunari.

***

Però le osservazioni sugli aloni proseguite per più annate in diverse località non confermano tale asserto. A Parigi si notano in media 151 aloni all'anno; e dal ventennio di osservazioni condotte da Besson si rileva che nel 1907 si ebbe il massimo in 176 e nel 1912 il minimo in 126 aloni.

A Potsdam se ne contano in media 65 all'anno, ad Upsala 86, e nella fitta rete di stazioni dell'Olanda si giunge alla media di 170 all'anno.

TAV. IX - *Anormale rifrazione osservata nel Golfo di Aden dalla nave Clydebank, il 10 maggio 1934 al tramonto.* - Sotto: *Alone osservato sull'Oceano Atlantico Nord dalla nave Orduna il 12 luglio 1935.*

TAV. X – *Nubi vecchie prossime alla dissoluzione.*

Mettendo in relazione la frequenza degli aloni con la frequenza delle aurore boreali, non risulta alcuna correlazione, sebbene coincidano i periodi di maggiore frequenza. Dalle diligenti disamine del Platania, risultano per Catania in media 46 aloni all'anno, col massimo in maggio, mentre a Napoli se ne contano 41 all'anno, col massimo in marzo, e il minimo in luglio e in agosto.

Gli aloni più frequentemente osservati, sono della forma di grandiosi cerchi o di archi più o meno estesi, le colonne luminose sono piuttosto rare. A Parigi in 20 annate ne furono notate 50 e non tutte splendenti. In Italia il Bonacini illustrò magnifici casi sulle forme più complete.

Dall'Osservatorio dell'Etna, non di rado, le colonne luminose si designano complete e di magico splendore nell'ampio orizzonte.

Sebbene non si noti grande diversità di frequenza degli aloni da un clima all'altro, è caratteristico il graduale aumento procedendo verso latitudini nordiche; e le annate di massima e di minima frequenza si avvicendano con una periodicità che ricorda quella delle macchie solari. La mancata corrispondenza forse dipenderà dalla incompletezza delle statistiche, in quanto tutte le forme di aloni vengono conglobate in un'unica categoria; forse le frequenze delle singole forme e specie degli archi tangenti, degli archi circumzenitali, dei parelii, forme più rare, ri-

sentiranno meglio l'influenza delle maggiori cause perturbatrici dell'atmosfera.

Ma sarebbe anche bene rendere più estese queste statistiche col riunire le osservazioni di diverse località; incitando gli studiosi a seguire con più interesse e con più diligenza i fenomeni che si modellano nell'atmosfera attorno al Dio Elio, datore di vita, o alla Dea Selene.

Sul libero cielo festoni luminosi, con fantasmagoria delle colorazioni tiepide, adornano i suggestivi e magnifici aspetti dell'azzurro che si approssima a tornare sereno.

IL RAGGIO VERDE NELLE IMMAGINI LUMINOSE AL SORGERE E AL TRAMONTARE DEL SOLE

Poco prima del sorgere o del tramontare del sole, mirando l'orizzonte accade spesso di osservare vaghe e bizzarre immagini.

Con atmosfera tranquilla, fra le pallide luci crepuscolari irradianti nel chiaro azzurro del cielo, l'immagine del sole si proietta in forme diverse che scompaiono rapidamente, non appena il globo luminoso risplende con gli scintillanti raggi sul creato.

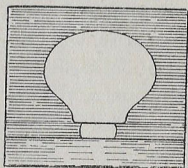
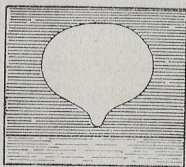
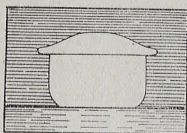
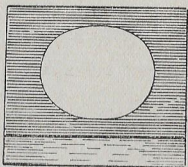
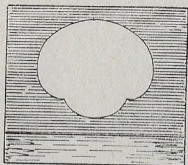
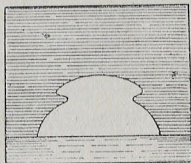
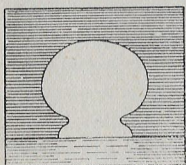
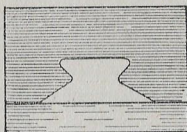
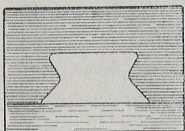
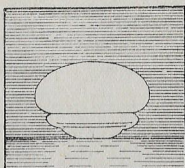
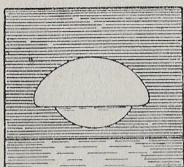
Se lievi strati di nubi coprono l'orizzonte, le immagini che si delineano assumono forme più fanta-

stiche e i purpurei raggi coloriscono le belle figure, striate di un giallo cangiante in arancio alla sommità e di verdastro alla base. Assumono aspetti rapidamente mutevoli e brillano di viva luce, allorchè i raggi d'oro dell'astro, baciano il verde smeraldo dei limpidi mari o si distendono sull'azzurro del cielo.

Aspetti meno puri, meno decisi si delineano al tramonto e specialmente quando numerose nubi stratiformi si distendono sulla fosca atmosfera.

Sull'orizzonte marino, all'apparente emergenza dell'immagine del sole dalle acque argentee, le forme si disegnano più belle, più schematicamente esatte, bordate da nitide colorazioni. Analoghe visioni, sebbene di minore entità per bellezza e per varietà, appaiono allorchè la luna sorge nelle serene e tranquille notti (Tav. IX).

Da un monte isolato o da massicci sovrastanti a vasti pianori, si ha una vera fantasmagoria poichè i raggi del sole nascente percorrono un arco che rasenta per lungo tratto la terra negli strati aerei più densi, ed ove è più rapida la variazione di densità e più frequenti sono le irregolarità della densità stessa e della rifrazione. Si succedono rapidamente trasformazioni, forme capricciose e a guisa di maestosi edifici fiammeggianti, si profilano sull'orizzonte le più splendide figure, che sembrano rapidamente incendiarsi allo scintillio dei raggi solari.

Sull'orizzonte nevoso, quando le nubi sono rade

Deformazioni delle immagini del Sole al tramonto.

Deformazioni delle immagini del Sole al tramonto.

e poco vapore acqueo si diffonde nell'aria, le immagini appaiono più grandiose e contornate da vivaci colorazioni.

* * *

Le forme più ricordate dell'immagine del sole si avvicinano a quelle di uno sferico tangente alla sua navicella, di un vaso, di un cappello cinese, di un fungo, di un cappello da prete, di un rettangolo con la cresta superiore convessa e via dicendo. La forma più comune è di una ellisse appiattita, i cui contorni divengono più indecisi, mano mano che il Sole si eleva.

Le immagini osservate al tramonto sembrano dapprima dilatarsi e poi comprimersi; e le deformazioni appaiono più profonde nella parte più vicina all'orizzonte.

All'alba le immagini si delineano dapprima piuttosto alte sull'orizzonte, specialmente se esso è formato dall'ampio mare; però via via che si avvicina all'orizzonte e non appena sembra toccare il sottostante strato liquido, sorge una netta, piccola palla luccicante: è il sole che nasce.

L'immagine del sole presenta talora un orlo rosso alla parte inferiore e un orlo verde o azzurro alla parte superiore, che splende un po' più sulla parte bianca abbagliante del disco solare: è il raggio verde.

È il primo raggio che invia il sole al suo apparire, e che si ripresenta agli ultimi raggi, di solito molto brillanti, che lancia al tramonto.

In mare il fenomeno assurge a maggiore effetto, e nei pomeriggi sereni i passeggeri sulla tolda dei transatlantici o dei grossi velieri, saranno rimasti ammirati dalla bellezza di quest'ultimo bacio del sole alla immensa distesa delle luccicanti acque.

* * *

I fenomeni dovuti alla deformazione del sole trovano spiegazione nella rifrazione che subiscono i raggi solari attraverso gli strati di diversa densità sovrastanti all'orizzonte. Tutti i punti del disco solare per tale effetto appaiono più elevati, ma inegualmente e più i punti inferiori, inquantochè essi sono i più vicini alla zona maggiormente perturbata. I fenomeni assumono aspetti più brillanti sull'orizzonte marino poichè, come ebbe a provare Annibale Riccò e confermò più tardi Wolfen, la superficie del mare si comporta come uno specchio convesso. L'insieme di tali immagini, viene quindi a fornire una nuova prova della rotondità della Terra.

Ma la teoria particolare delle diverse forme che si distinguono al tramonto e all'alba non può dirsi completa, perchè manca quel corredo di notizie necessarie per stabilire la frequenza delle forme più caratteristiche e la trasformazione, che esse subiscono in relazione alla trasparenza dell'atmosfera.

Ancora più scarse sono le osservazioni documentate sul raggio verde.

* * *

Alcuni studiosi ammettono l'esistenza del raggio verde, altri la negano e la considerano come una illusione ottica, per effetto di contrasto prodotto dalla fatica dell'occhio per la percezione degli ultimi raggi del sole.

Secondo Exner, il raggio in discussione è prodotto dall'assorbimento e dalla diffusione dei raggi solari per opera del vapore acqueo degli strati inferiori dell'atmosfera; dimodochè esso comincerebbe quando la parte superiore del disco solare non è ancora interamente tramontata.

Guglielmo attribuì questo assorbimento, quando si riduce, a particelle minutissime di acqua, o di ghiaccio, o di pulviscolo, selezionate per effetto della gravità e della resistenza dell'aria, in modo che in ogni strato orizzontale esse abbiano uguali dimensioni fra di loro.

Houllevigue credette di trovare la spiegazione nella diversa rifrazione e nella dispersione dell'atmosfera. Quando un raggio di luce incontra i successivi strati dell'atmosfera terrestre, ciascuna delle radiazioni che la compongono viene rifratta in modo diverso a seconda dell'indice di rifrazione dello strato attraversato. Il percorso dei raggi rossi sarà dunque diverso da quello dei raggi bleu, e il percorso dei

raggi verdi, di lunghezza d'onda intermedi, sarà compreso tra i predetti due percorsi; ma quando il sole è alto sull'orizzonte percepiamo assieme tutte le radiazioni.

Appena il sole è disceso sotto l'orizzonte, nel momento in cui arriveranno all'occhio i raggi verdi, non percepirà i raggi rossi e gialli perchè essi rifratti al disotto dei primi, mentre i raggi bleu e violetti rifratti al disopra del verde, giungeranno in ritardo all'occhio dell'osservatore perchè dovranno attraversare una massa più spessa di aria.

Secondo Erasmo Scimeni, come ha ricordato da recente il nipote Francesco, il raggio verde è un fenomeno psichico, soggettivo, dovuto alla fatica: una pura illusione ottica, che consiste nella persistenza della sensazione del nostro organismo, dopo cessato lo stimolo. Se le immagini degli oggetti si ripetono con maggiore frequenza della durata della sensazione dell'immagine stessa, che è di un sedicesimo di secondo, noi fondiamo le immagini successive in modo da giudicarle continue e in movimento.

Diversamente si comporta il fenomeno dell'immagine secondaria, quando l'oggetto che le provoca è colorato. Poichè l'eccitazione persistente non è tanto forte, da produrre un'immagine secondaria positiva, ne produce una negativa, che non ha il colore dell'oggetto stimolante, ma il suo colore complementare.

Quando il sole tramonta, noi distinguiamo un rosso globo di fuoco, che si tuffa nel mare, per la dispersione dei raggi rossi che sono meno irritanti. Alla scomparsa del sole si produce nel nostro occhio l'immagine secondaria negativa, che è appunto del colore complementare verde: un verde che varia a seconda della purezza dei raggi rossi, e della mescolanza con essi dei raggi gialli o aranciati.

Recenti indagini hanno mostrato che il fenomeno è dovuto alla dispersione atmosferica normale, per cui allorchè l'ultima parte del disco solare si abbassa sull'orizzonte, l'ultima luce che deve sparire è il verde-azzurro.

Va ricordata l'esperienza eseguita da Lord Rayleigh junior, per mezzo di un prisma avente potere dispersivo uguale alla normale dispersione dell'aria all'orizzonte e di un ristretto fascio di luce bianca che incideva sul prisma.

Sullo scherno contrapposto, ove si riceveva la luce dispersa dal prisma, appariva la colorazione verde nel momento in cui il fascio di luce bianca, gradualmente abbassato, non veniva più a cadere sul prisma.

* * *

Sull'entità del raggio verde, varie cause possono influire. Il soverchio splendore del sole, affaticando l'occhio, può fare apparire meno intenso il raggio verde. Lo splendore dell'atmosfera, nel punto ove

si produce, può diluirlo o renderlo meno evidente; le particelle di pulviscolo possono avere tali dimensioni da diffondere appunto quei raggi di cui si compone.

Non pare che la latitudine abbia influenza sul raggio verde, poichè esso è stato osservato così nel mare del Nord che nel Mediterraneo meridionale.

Basandosi sul potere dispersivo dell'atmosfera terrestre, Lange mostrò che la zona della superficie illuminata in verde, che interviene per produrre il fenomeno, varia col volume l'altezza degli ostacoli formanti l'orizzonte dal punto ove il sole scompare. L'intensità del raggio verde, e per conseguenza la sua visibilità, è funzione della forma e della grandezza delle sopraelevazioni del terreno, che formano uno schermo tra l'occhio dell'osservatore e il disco del sole al momento che esso tramonta.

Broounoff più volte osservò sulle rive del golfo di Finlandia, per qualche istante e con rapida apparizione non appena il punto più alto del sole si abbassava fino all'orizzonte, il raggio verde che brillò come il più bello smeraldo. Le continuate sue osservazioni mostrano che il fenomeno è contemporaneo alla presenza di lieve nebbia a strisce sull'orizzonte, ove si produce quasi un movimento radiale. Nell'isola d'Ischia, come a Forio, concorrono spesso le condizioni favorevoli per i chiari tramonti col raggio verde.

* * *

Le osservazioni delle graziose immagini che si disegnano al nascere o al tramontare del sole e la colorazione brillante del raggio verde, si fanno mirando l'orizzonte attraverso un piccolo foro circolare, praticato per mezzo di un ago, su di un pezzo di cartoncino o meglio ancora attraverso un foro meccanicamente ottenuto sopra una lastra di metallo.

Le riproduzioni fotografiche richiedono una particolare attenzione, poichè le trasformazioni del disco solare sono rapide; e inoltre la tinta rosso-arancio che suole assumere ostacola le impressioni, la cui durata deve essere piuttosto istantanea e inferiore al secondo. E siccome all'orizzonte l'aria densa e impura esercita un forte assorbimento selettivo sui raggi solari più rifrangibili, che sono appunto quelli che hanno maggiore azione fotografica, le immagini non vengono distinte.

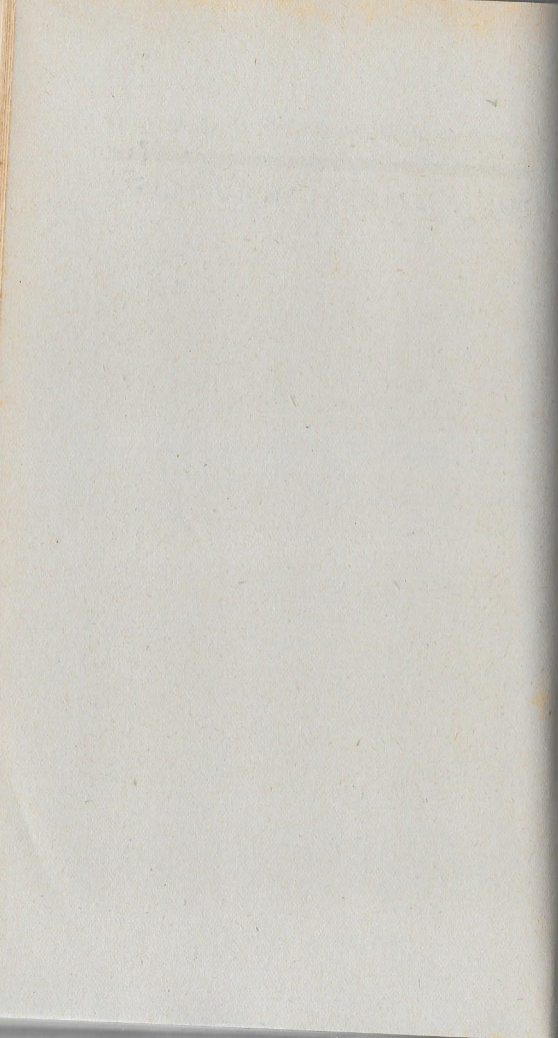
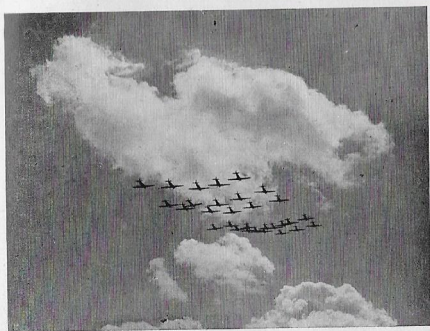
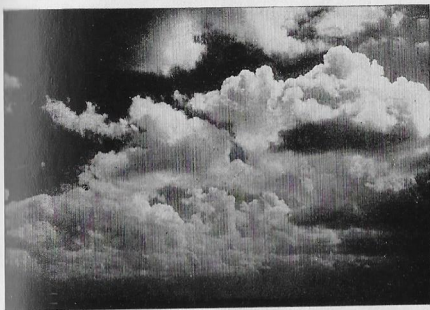
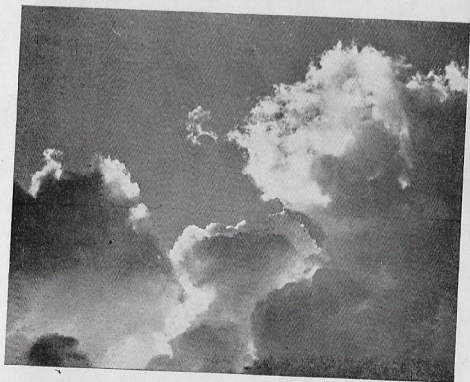
Qualora non si possa fotografare il fenomeno, è bene fissare schematicamente le immagini col disegno; e con una certa pratica potrà acquistarsi l'abilità per indicare le parti caratteristiche delle fuggevoli forme dello schiacciamento e della deformazione che subisce il disco solare al nascere o al tramontare.

Per coloro che dispongono di opportuni strumenti, è utile misurare le dimensioni del disco solare e la distanza di questo dall'orizzonte; ed altrettanto si dica per l'immagine riflessa.

In siffatto campo di ricerca pochi sono i cultori, ed è quindi da augurarsi che molti volenterosi vorranno contribuire per riunire nuovi elementi, diretti alla migliore interpretazione di tanti suggestivi fenomeni.

Fenomeni che ispirarono il melodioso canto di Vittor Hugo e diedero a Giorgio Sand la più bella trama del suo fantastico romanzo: *Il raggio verde!*

CAPITOLO QUARTO

GLI AMMASSI NUVOLOSI

Tav. XI - *Giovani nubi in formazione.*

TAV. XII – *Le nubi primaverili nelle giornate burrascose.*

GIOVINEZZA E VECCHIAIA DELLE NUBI

Nell'atmosfera limpida, luminosa, talvolta una diminuzione nella tonalità del cupo azzurro, preludia all'apparizione di isolati gomitoli a guisa di lana soffice che man mano assumono dimensioni notevoli.

Biancastri ammassi si accavallano, le gibbosità si allargano, si distendono come un magico mantello, con la parte inferiore ondulata, a tinte più o meno oscure nelle zone laterali ove scompaiono le chiazze luminose.

Tutte queste formazioni nuvolose, trovano origine nella condensazione del vapore acqueo su corpuscoli denominati nuclei di condensazione.

* * *

Fino ad oggi si ammetteva, che i nuclei di condensazione risultassero di sali marini e provenissero dall'evaporazione e dalla polverizzazione delle acque

marine, sospinte dai marosi contro le coste, suddivise in minutissime particelle trainate dalle correnti aeree.

Ma l'origine non deve essere unica, poichè le misure eseguite lungo le riviere hanno mostrato, che in vicinanza delle coste, non sono numerosi i nuclei che contengono del cloro in quantità tale da considerare i nuclei soltanto di sali marini.

Si deve quindi aggiungere che vi sia il contributo, che si elabora sulla terraferma, con i processi di combustione e di arroventamento, molto diffusi nelle zone abitate: contributo che talvolta può raggiungere la prevalenza, come si constata nei luoghi ove si ripetono estese combustioni per incendi di boschi e di steppe.

I nuclei prodotti dalle combustioni constano in massima parte di acido solforico, solforoso e di altre sostanze tutte igroscopiche.

Anche l'evaporazione delle acque su terraferma arricchisce l'atmosfera di nuclei salini, in effetto le acque piovane con i sali minerali del suolo ben possono formare soluzioni saline.

Le formazioni nuvolose, guardate specialmente dalle alte quote, presentano stati di aggregazione diversi a seconda delle condizioni termiche concomitanti: hanno strutture e sviluppi varii, sì da far pensare a differente maniera di condensazione del vapore d'acqua.

Si è venuti così ad ammettere due tipi diversi di nuclei distinti: nuclei di condensazione e nuclei di sublimazione.

* * *

I nuclei di condensazione, constano di particelle di sostanze igroscopiche che assorbono una certa quantità di vapore acqueo, anche con umidità relativa non eccessiva, e quindi sono liquide appena si inizia la formazione della nuvola.

I nuclei di sublimazione: corpi solidi insolubili nell'acqua, constano di particelle sospese con la polvere cosmica e con la polverizzazione delle meteoriti che penetrano nell'atmosfera, ad esse si aggiungono le particelle di quarzo, minutissimi granuli di fine sabbia, sollevati da turbini e da tempeste.

Tanto i nuclei di condensazione quanto quelli di sublimazione sono in quantità variabilissime; e di quelli più efficaci in generale se ne contano da 100 a 10.000 per centimetro cubo per i primi e in misura minore per quelli di sublimazione.

Come è noto l'umidità relativa è il rapporto tra la quantità di vapore acqueo contenuto nell'aria al momento dell'osservazione e la massima quantità possibile nelle medesime condizioni, rapporto che si suole moltiplicare per 100 per non avere successivi decimali. La saturazione si ottiene a temperature vicine a zero gradi e con umidità relative massime.

Ma può verificarsi una soprasaturazione in modo che il rapporto superi il massimo e diviene 102,106 e anche 108. Se la temperatura dell'aria è invece al disotto di zero gradi, ad esempio — 10°, o — 20°, la soprasaturazione si raggiunge con umidità relative variabili tra 81 e 91 centesimi; in tali condizioni l'atmosfera è molto ricca di umidità.

Sopra i nuclei di condensazione il vapore acqueo si deposita allorchè la saturazione è uguale e superiore a 100 e invece con temperature inferiori a zero gradi e con umidità relative inferiori a 100, il vapore acqueo si condensa sui nuclei di sublimazione.

***

Le masse di aria umida sollevandosi, a causa dell'espansione più o meno rapida, o per mescolamento con differenti masse di aria, si raffreddano e può raggiungersi la saturazione. Se nel contempo la temperatura dell'aria è vicina a zero gradi si ha accumulo di nuclei di condensazione, se invece la temperatura è al disotto di zero gradi, prevale l'accumulo di nuclei di sublimazione.

Le gocce d'acqua possono formarsi anche a temperature molto basse, ma allora sono gocce sopraraffreddate. Ricordiamo che raffreddandosi l'acqua contenuta in un bicchiere può rimanere liquida anche a temperatura al disotto di zero gradi in condizioni di perfetta tranquillità.

* * *

Le forme nuvolose pesanti talora per più giorni, anche successivi, galoppano sul cielo senza apportare pioggia, e alcune volte questa può giungere improvvisa, senza che nessun fatto specifico segnali antecedentemente il fenomeno.

Fatti analoghi si ripetono allorchè le nubi si distendono nell'atmosfera con uniformità, senza pieghe, con nivei aspetti ai bordi e con colorazioni grigiastre, in più parti cineree, e che trattengono tutte le radiazioni.

Dalla semplice osservazione delle nuvole non può quindi dedursi la probabilità della pioggia: la sola applicazione dei conosciuti princìpî della termodinamica non è sufficiente all'interpretazione della formazione delle precipitazioni acquee.

* * *

Da poco si è pensato di assimilare l'atmosfera ad una soluzione colloidale, nella quale l'ossigeno insieme ad altri gas, si trova sciolto nell'azoto. E a ciò induce il fatto che le gocce di pioggia non provengono da ulteriore condensazione del vapore acqueo sulle singole gocce, ma invece dalla riunione di più goccioline, elementi costituenti le nuvole.

Le soluzioni colloidali sono formate da un liquido nel quale si trovano diffuse particelle di minime

dimensioni; in alcune soluzioni la sostanza che si vuole far passare allo stato colloidale si suddivide in piccolissime particelle, ed in altre le molecole dei prodotti reagiscono ottenendo aggruppamenti come particelle più grosse.

Prima che avvenga la condensazione, le molecole debbono formare nel liquido una soluzione soprasatura, la quale cessa appena essa viene a contatto con i così detti nuclei di condensazione che possono prodursi spontaneamente a istanti differenti o essere provocati artificialmente.

Le soluzioni colloidali liquide vengono denominate idrosol e quelle aeriformi, aerosol.

Qualsiasi soluzione colloidale lasciata a se, dopo qualche tempo si invecchia, le piccole particelle disciolte si ingrandiscono, la soluzione si intorbida, si formano aggregati man mano di dimensioni accresciute e il corpo disciolto precipita.

Si può pensare che un processo analogo di invecchiamento avvenga nelle nuvole che permangono a quota; cioè le piccole goccioline di acqua che formano le nuvole possono raggrupparsi in gocce più grosse le quali per l'aumentato peso finiscono per giungere al suolo.

Nelle soluzioni colloidali la precipitazione può essere provocata e anche accelerata versando un acido. Alle sostanze sciolte colloidalmente si attribuiscono cariche elettriche di segno uguale e la relativa repul-

sione cessa allorchè l'aggiunta di un acido annulli l'uguaglianza di segno e quindi facilita la riunione di più particelle.

Se analogamente supponiamo che gli elementi costituenti una nuvola, nelle condizioni normali, siano di identica carica elettrica, si comprende come per azioni elettriche esterne le goccioline della nuvola potranno trovarsi in condizioni di attrarsi scambievolmente, dando luogo a aggregati di più gocce.

I forti acquazzoni che susseguono alle vistose scariche elettriche atmosferiche, apportano un sostegno a siffatta interpretazione. Su questa base potrebbero analizzarsi i diversi tentativi più volte enunciati per provocare il diradamento delle nebbie con l'aumentare le goccioline di acqua che formano le nebbie umide.

***

Le formazioni nuvolose subiscono quindi nell'interno talvolta delle profonde modificazioni, ma attesa la grandiosità dei fenomeni naturali, dobbiamo pensare ad un'azione più profonda esplicata dalle masse di aria di diversa natura che si avvicendano nelle situazioni barometriche.

Da alcuni anni si è affermata la necessità di distinguere varii tipi di aria a seconda del luogo di provenienza. Si suole parlare di aria marittima, aria di montagna, la prima ricca di sali marini, la seconda priva di pulviscolo atmosferico. Queste masse

d'aria possono denominarsi, polare, tropicale, a seconda che esse provengono dalle latitudini nordiche o dai tropici, e quindi in condizioni termiche e igrometriche molto diverse le une dalle altre.

Accade non di rado che le masse originarie impieghino parecchio tempo a passare da una località all'altra, e possono giungere su di una regione a parecchi giorni di distanza dalla data di partenza; e quindi a ciascuna massa di aria va associata un'età che si indica con attributi diversi, come ad esempio, recente, relativamente recente, adulta, vecchia.

E tale distinzione è necessaria perchè le masse d'aria soggiornando sulle varie regioni, modificano completamente la propria struttura e pertanto guardate a grande distanza presentano caratteri notevolmente diversi da quelli posseduti in origine.

Nel contempo queste masse d'aria acquistano conducibilità elettrica diversa e apportano quindi nella condensazione del vapore acqueo delle azioni più o meno intense per le precipitazioni, cioè favoriscono nell'atmosfera processi simili a quelli che si hanno nella coagulazione di una soluzione colloidale.

* * *

L'eliminazione di un colloide può ottenersi anche con mezzi meccanici, e difatti nella fabbricazione del burro le piccole sfere di grasso, in soluzione

colloidale, vengono portate alla superficie e riunite con azioni meccaniche.

Anche nell'atmosfera può avvenire qualche cosa di analogo, se si pensa all'azione delle correnti aeree. L'aria che si sposta sopra una corrente laminare, dovrà comportarsi in modo diverso dall'aria turbolenta e quindi quest'ultima può facilitare la riunione degli elementi di una nuvola (Tav. X).

Fenomeni analoghi possono avvenire fra due masse d'aria diverse allorquando l'una si sposta sopra o in vicinanza dell'altra, poichè si genera uno stato di turbolenza favorevole al processo di eliminazione del vapore d'acqua condensato (Tav. XI).

Può anche avvenire che masse di aria diverse venute a contatto favoriscano la condensazione perchè l'una è ricca di umidità e l'altra ha abbondanza di componenti che apportano la coagulazione.

* * *

Il vapore d'acqua diffuso nell'atmosfera e proveniente dall'evaporazione delle acque degli Oceani, così dopo un ciclo di trasformazioni attraverso tutte le temperature, tutte le quote, ritorna alla sorgente di origine: il mare. Ciascuna goccia dell'Oceano, secondo Meinardus, compie il suo fantastico itinerario in 3.460 anni, collaborando nei fenomeni che si evolvono negli immensi spazi celesti in una meravigliosa collana di incantevoli visioni.

LE NUBI PRIMAVERILI NELLE GIORNATE ROMANE BURRASCOSE

Nel mese di marzo, e più ancora nell'aprile, il cielo romano, non di rado, si copre di banchi di nuvole a forma di grandiosi cumuli con marcate incrinature, man mano ispessiti, di bianco torbido e nelle zone centrali con velature tenebrose.

La persistenza di siffatte formazioni sul cielo di piombo fa prevedere immediati scrosci di pioggia, tanto più che gli oscuramenti, su gran parte del cielo, a guisa di imponenti nembi, si protendono fin verso lo zenit.

I fianchi molto frastagliati, si diramano in tutti i versi e successivamente si frantumano ingombrando il cielo come in un'alba sbiadita (Tav. XII).

La parte centrale mantiene l'oscurità di ghisa fusa; ma trattasi sempre di formazioni isolate, le quali in file serrate passano alte sul cielo.

I raggi solari in alcune parti le attraversano completamente e in altre, dànno dei rischiari fantastici prodotti da luce lieve e dolce, come se essa si diffondesse attraverso un grandioso paravento, frapposto alla propagazione della radiazione solare.

Le bande più basse delle nubi sono sconvolte, tormentate da persistenti correnti dirette in tutti i sensi, generando vistosa turbolenza.

* * *

A volte gli apparati nuvolosi più importanti si spostano rapidamente, sollecitati da venti forti, a guisa di focosi destrieri, le forme più rotondeggianti si accavallano alle più piane, come maestosi mongibelli di tetra colorazione, rigati di ombre, candidi alle cime, e rischiari luminosi fanno risaltare gli irregolari contorni, talvolta su uno sfondo di azzurro plumbeo (Tav. XIII).

Poche gocce, minutissime gemme, si distaccano dalle zone più nereggianti e si rompono di colpo non appena raggiungano la terra ferma o i fogliami delle alberature più robuste. Il sopravvento di forti venti trattiene l'ulteriore caduta delle candide goccioline; la massa di nubi soffici, man mano si assottiglia e come una bianca rete successivamente si distende, con maglie sempre più irregolari e più distanziate.

Il vapore d'acqua abbondante ai diversi livelli, non trova quei nuclei atti alla completa saturazione e gli annuvolamenti congestionati negli strati piuttosto bassi non hanno l'efficacia per elevarsi, e quindi per trovarsi nelle condizioni di quell'ulteriore raffreddamento, necessario per la produzione di abbondanti precipitazioni acquee.

In alcuni casi sembra che le formazioni nuvolose, come se fossero coperte di nero fumo, si suddividano sotto la pressione di correnti provenienti da

quote elevate, e le parti diradate si diffondono in tutti i sensi a guisa di fazzoletti di seta stracciati, e talvolta a raggiera avente nel centro l'opalescente disco solare.

* * *

Negli intervalli, quando il sole irradia con più continuità, sul cielo appaiono chiazze biancastre sfilettate ai bordi per lo più nella zona centrale della volta celeste, e diramazioni, spesso evanescenti, si prolungano di molto in capricciose composizioni ornamentali.

Come trine di fine tessitura esse si spostano lentamente, ma prevalgono determinati orientamenti con le parti più allungate dirette da ponente a levante, con suggestiva scenografia.

Se la distribuzione barometrica alimenta un continuo afflusso di correnti meridionali, con trasporto di materiali friabili, come sono le sabbie del retroterra libico, le minutissime particelle solide, sparse nell'atmosfera, lentamente raggiungono il suolo; ma non contemporaneamente in quantità tale da richiamare l'attenzione degli osservatori.

Però la presenza nell'atmosfera di tanta abbondanza di nuclei solidi, non è favorevole alle precipitazioni acquee in misura notevole, poichè, come è noto, spetta ai nuclei più minuti, invisibili, e a quelli deliquescenti, di fissare in notevole quantità il vapore acqueo dell'atmosfera.

* * *

All'occaso spesso tinte rosso-pallido coloriscono le gibbosità delle nubi sovrastanti all'orizzonte; e se tratti di cielo limpido si allargano, i limiti della gamma delle colorazioni rosse, purpuree, paonazze, si intensificano confermando la presenza nell'atmosfera delle polveri minutissime trasportate da venti meridionali.

La permanenza di sì abbondante pulviscolo atmosferico genera formazioni nuvolose non comuni, di magnifico effetto: rari panorami, mutevoli di aspetto, della azzurra volta celeste, illuminata dalla radiazione solare.

Panorami non duraturi, fuggevoli, che rapidamente transitano dalla fase di concentrazione a quella di dissolvimento.

I fenomeni atmosferici, hanno sempre fisionomie, aspetti caratteristici, armoniosi, anche se tinte oscure ne rendano tenebroso l'insieme, e formano largo campo di indagine per la migliore interpretazione dell'evoluzione dei fatti meteorologici e climatologici.

GLI SPETTRI DEL BROCKEN

L'Harz è un massiccio montagnoso, alto, ripido nelle pendici, situato tra l'Elba e il Weser, nettamente staccato dagli altri monti tedeschi e domina

sul bassopiano della Germania settentrionale. Ha grande somiglianza con una immensa piramide tronca a basi elittiche sormontata da alcune vette solitarie. La vetta che più emerge è il Brocken, alto m. 1142.

L'intero massiccio è incessantemente colpito dai venti umidi provenienti dal mare del Nord e il vapore acqueo da essi trasportato trova in quei monti densi nuclei di condensazione, cosicchè frequentemente le nubi avviluppano quel rilievo. La fantasia popolare, le forme bizzarre e i caratteristici aspetti che prendono nelle condensazioni, l'ha trasformati in convegni di streghe. Si vedono sulla vetta massi di granito designati come altare e sedile della strega; l'anemone del Brocken è pel popolo il fiore della strega. Quasi ogni mattina la sommità del Brocken è velata, e molto di frequente le nebbie, coprono il piano e le pendici inferiori, avviluppando i contorni della montagna come un mare che dolcemente bagni i fianchi del massiccio granitico. Talora la nebbia vi raggiunge una ragguardevole densità e i viaggiatori che in quei momenti ammirano il paesaggio, soffermandosi all'osteria in posto, guardando il vasto orizzonte, talora vedono proiettarsi sulle masse di nebbie, al sorgere e al tramontare del sole, l'ombra dell'osservatore molto ingrandita, la cui testa è talvolta circondata da un'aureola, e non di rado sulle nubi si dise-

gna un arcobaleno semplice o doppio a guisa di gloria, come il cerchio intorno alla testa dei Santi.

Lo spettro dell'individuo che si disegna, viene descritto di grandi dimensioni; talora è completamente nero, orlato di una linea colorata, come lo descrive Tyndall, e queste ombre gigantesche ripetono tutti i movimenti che eseguisce lo spettatore. È uno spettacolo meraviglioso e le leggende tradizionali, piene di fantastiche tradizioni, vogliono vederci l'apparizione di un Genio che prende in consegna il sole all'alba per condurlo attraverso il cielo. È il Genio o spettro del Brocken che si mostra ai visitatori.

La Tav. XIV riproduce il disegno del fenomeno eseguito da Stroobant nell'estate del 1862.

***

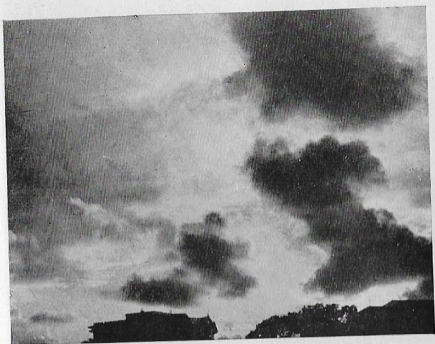
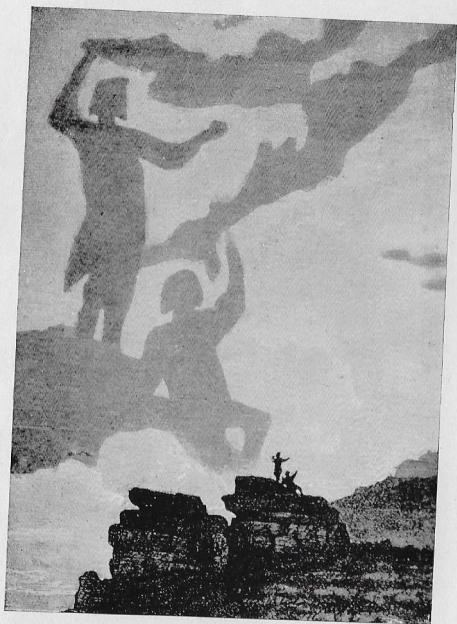
Siffatto fenomeno, che la tradizione ci ha trasmesso col nome di spettro del Brocken, si manifesta in quasi tutte le montagne isolate e a tutte le stagioni vicino al tramonto o al levare del sole; e specialmente nei mesi estivi, ai visitatori dei luoghi elevati, lo spettro del Brocken appare in tutta la sua meravigliosa manifestazione e gridi di sorpresa erompono all'apparizione di esso a cui vengono attribuite colossali dimensioni.

Th. Mouraux ebbe la fortuna di poter fotografare lo spettro del Brocken dalla terrazza dell'osser-

vatorio del Pic du Midi; e nella riproduzione, pubblicata da Loisel, si distingue al centro di una corona, l'immagine dell'operatore avente all'altezza degli occhi l'apparecchio fotografico. In quell'ora sulla sommità del Picco e su tutta la regione occidentale, vagavano cumuli sparsi e mentre il sole brillava in tutto il suo splendore, densi vapori si elevavano lentamente lungo le pendenze del burrone d'Arize.

Lo spettro del Brocken è stato osservato sulle Alpi, sui Pirenei, sulle Ande e si manifesta anche sul piano quando le nebbie riposano sul suolo, e anche la notte quando l'osservatore è dietro ad una luce artificiale. Le descrizioni del fenomeno che si posseggono dànno particolari del modo come si presenta lo spettro, ma tralasciano di indicare le manifestazioni dei fenomeni che accompagnano tale apparizione. Nulla si sa della grandezza delle aureole che accompagnano lo spettro, nè della colorazione degli archi, nè della larghezza delle striscie colorate; e mentre alcuni descrivono l'aureola di forma circolare, altri la dicono ovale. Alla mancanza di tali notizie si deve la sconoscenza di una teoria che interpreti esattamente simili apparizioni.

***

Bouguer e Scoresby emisero l'ipotesi che il fenomeno risultasse dal passaggio della luce attraverso particelle ghiacciate. Ma poichè il fenomeno si mo-

Tav. XIII - *Maggio a Roma : effetti di nubi nel pomeriggio.*

TAV. XIV – *Lo spettro del Brocken.*

stra anche quando la temperatura è tale da rendere incompatibile l'esistenza di ghiaccio, si deduce che la presenza di aghi di ghiaccio è affatto accidentale; e dobbiamo pertanto pensare che il fenomeno trovi la sua origine nella riflessione e nella rifrazione a cui sono sottoposti i raggi luminosi che incontrano le gocce piene che costituiscono le nubi.

La parte controversa è la grandezza della figura; poichè alcuni la descrivono della medesima grandezza dell'oggetto, altri, e sono i più, di maggiori dimensioni. Dalle ricerche recenti di H. Sharpe e di Walter Larden, le grandezze attribuite agli spettri del Brocken sono il risultato di un errore nella valutazione delle distanze; noi esageriamo sempre la dimensione in una nebbia perchè esageriamo la distanza. L'osservatore crede che la sua ombra sia molto grande e lontana, mentre essa è vicina e nella grandezza naturale; e ciò spiegherebbe il fatto che talora negli spettri del Brocken si scorgono parti dell'oggetto proiettato.

* * *

A piè del cono centrale dell'Etna, a 300 m. NNE dall'Osservatorio Etneo vi è il *Vulcarolo*, piccolo cratere che da tempo immemorabile emette continuamente vapore acqueo a circa 70°, che si eleva a larghe volute, tanto più dense quanto più umida è l'aria.

Il Riccò pensava di condurre questo vapore d'acqua nei locali dell'Osservatorio e dare per condensazione ottimo riscaldamento ed acqua tiepida, utilissima per tanti usi e fors'anche potabile dopo raffreddamento ed aerazione.

Quando il sole sorge, se un osservatore volge le spalle all'astro, vede la propria ombra proiettata su queste masse di vapore, con l'aureola più o meno colorata intorno all'ombra della testa. Come notò il Platania, per il vento che spira e agita le volute di vapore, l'ombra e l'aureola non rimangono ferme, ma si spostano e cambiano dimensioni con incantevoli effetti prospettici.

I MARI DI NUBI

Il vapore d'acqua diffuso nell'atmosfera in determinate condizioni si condensa, dando luogo a formazioni nuvolose di aspetto e di struttura diversi a seconda della quota alla quale esse appaiono.

Le nubi spesso si allineano in determinate direzioni per una larga distesa, ma non mancano i casi che più allineamenti posti a livelli diversi, segnalino successive condensazioni in senso verticale e in quello orizzontale.

Queste forme si distinguono nettamente dagli ammassi, talora imponenti, che sullo sfondo del cielo

azzurro troneggiano, su addensamenti più consistenti in vicinanza della superficie terrestre. Tali nubi trovano la genesi nelle correnti ascendenti, cosicchè nel pomeriggio assumono dimensioni maggiori e si riducono quando le giornate sono più brevi.

* * *

Sono fenomeni che quasi dovunque si ripetono con aspetti poco diversi e che si modellano a seconda della orografia e dell'idrografia; e talvolta addensamenti si sovrappongono ad addensamenti, come se gli uni fossero di sostegno agli altri. La radiazione solare, riflettendosi su alcune forme, penetrando in altre o diffondendosi, contribuisce a delineare qua o là dei contrasti, ombreggiature più o meno dense, e l'insieme appare talora biancastro, come nuvole vaporose uscite da poco dall'acqua in ebollizione, a tinte grigiastre, oscure di tonalità sempre più spiccate fino ad assumere le colorazioni cineree, prodromi degli acquazzoni o delle piogge benefiche che dissetano le ubertose campagne nelle epoche di maggiore caldura.

In queste formazioni i movimenti verticali sono vivaci, e non di rado si notano turbini e manifestazioni elettriche. I velivoli in prossimità di esse incontrano subitanei, irregolari spostamenti e sogliono quindi contornarle e, ove è possibile, superarle.

Le correnti aeree scindono spesso in più parti queste formazioni nuvolose, le smembrano: chiazze trasparenti, come azzurrognole vedette, segnano le zone meno continue, e talora elementi distaccatisi galoppano come alati corrrieri verso regioni ove, con successive suddivisioni, evaporano in filamenti sempre più evanescenti.

Fenomeni ben diversi si presentano allorchè le correnti aeree trasportano masse di aria in determinate condizioni termo-igrometriche, e se ai livelli ove esse giungono, si trovano già altre masse di aria di natura differente e provenienti da altre vie. Più fatti fisici allora si svolgono: saturazioni, soprassaturazioni, condensazioni, sublimazioni, variazioni di densità presiedono alla formazione di complicate strutture; e l'atmosfera è invasa da annuvolamenti distribuiti in più piani, come volanti messaggi che preannunziano l'arrivo di annuvolamenti più densi, di formazioni che scatenano grandiose energie con generale perturbazione.

* * *

Alcune volte gli aspetti nuvolosi sono più tranquilli, stazionano a varî livelli e agli osservatori terrestri appaiono come ampi strati biancastri, amorfi e disposti a poca altitudine. Le nubi sembrano galleggiare alla superficie di uno strato leggermente nebbioso che si estende fino al suolo.

Sono i cosidetti mari di nubi (Tav. XV).

Magnifiche visioni le quali dalle cime elevate dei monti e agli aviatori si presentano come sterminate distese bianche.

Avvicinandosi, non pochi particolari si fanno distinti. L'uniformità della stratificazione è rotta in più punti e degli incavi più o meno pronunciati fanno intravedere le soluzioni di continuità fra i diversi elementi. E talora si distinguono tracce più oscure a guisa di lunghi sentieri serpeggianti attraverso i quali appare la terra sottostante.

Sulle regioni più tormentate orograficamente, le stratificazioni si addensano nelle zone più elevate, come un'ampia coltre bianca che sui fianchi delle montagne si suddivide in brandelli.

Avvicinandosi ulteriormente si rivela la particolare struttura della piatta distesa di nubi: sono quasi dei grossi gomitoli o dei densi covoni di messe disposte l'uno accanto all'altro, o lievemente distanziati, ma tutti allineati, sì che da lontano l'ombra dell'uno proiettandosi sull'altra produce una apparente continuità.

Come superficie maculata le nubi frammentate si distendono al disopra del suolo, specie nelle ore pomeridiane, quando cioè le correnti ascendenti hanno raggiunto la massima efficacia.

* * *

Gli anzidetti mari di nubi sono tranquilli a superficie piatta: ricordano l'aspetto dei nostri mari nelle ore vespertine, quando lievi ondulazioni striano le placide acque e in prossimità di rilievi costieri, è la cosidetta « gricalata » dei pescatori siciliani, dolce richiamo delle barche pavesate di variopinte vele.

Ma non di rado i mari di cumuli, apparentemente tranquilli se visti da lontano, sono invece sede di sconvolgimenti che preludiano a profonde modificazioni dell'aspetto dell'atmosfera. Degli ammassi rotondeggianti, cumuli densi, mammellonati, talora si elevano al disopra del lungo strato di nubi: man mano si ingrandiscono e successivamente le vicine formazioni li seguono, cosicchè in definitiva tutto lo strato si eleva.

Questi cumuli sembrano bianche vedette che trascinano poi la moltitudine sottostante a livelli più alti, a quote ove è raggiunta la stabilità per un eventuale assalto verso una nuova mèta, se così richiedono le speciali condizioni termiche man mano stabilitesi.

In altri casi i sollevamenti sono preceduti da gibbosità in continua evoluzione: esse si allargano a guisa di biancastra spuma, si modellano come frammenti cumuliformi lievemente emergenti dallo strato

caotico che spesso luccica per maggiore diffusione della luce solare.

Talora il mare dei cumuli è pervaso da intensa agitazione e all'osservatore poco distante, appaiono più strati adagiati gli uni agli altri come fogli di un grosso libro: i bordi rotondeggianti man mano si distendono e l'uno cerca di prevalere sull'altro, si producono spostamenti orizzontali, ma anche verticali e talora questi ultimi prevalgono e un vistoso cumulo si eleva a guisa di ripida torre (Tav. XVI).

Ma il più delle volte i varî strati si allargano, ben distaccandosi fra di loro, formando quasi uno scenario di incomparabile struttura e le ombre degli uni sugli altri ne aumentano la tonalità cromatica, cosicchè alcune parti divengono cineree e assumono aspetti tetri, in contrasto con i nivei contorni delle pendici più elevate.

***

Le anzidette formazioni nuvolose vengono interpretate come effetto dovuto allo scorrimento di masse di aria calda su altre masse di aria fredda, lungo una superficie di contatto, la quale per l'inevitabile rimescolamento delle masse a contatto diviene una zona di gradiente termico minore e anche di inversione.

Al disopra di questo largo letto di nubi, l'aria è più calda e più asciutta, e le correnti ascendenti vi

depositano il vapore d'acqua da essi trasportato e che elevandosi ha raggiunto lo stato di condensazione.

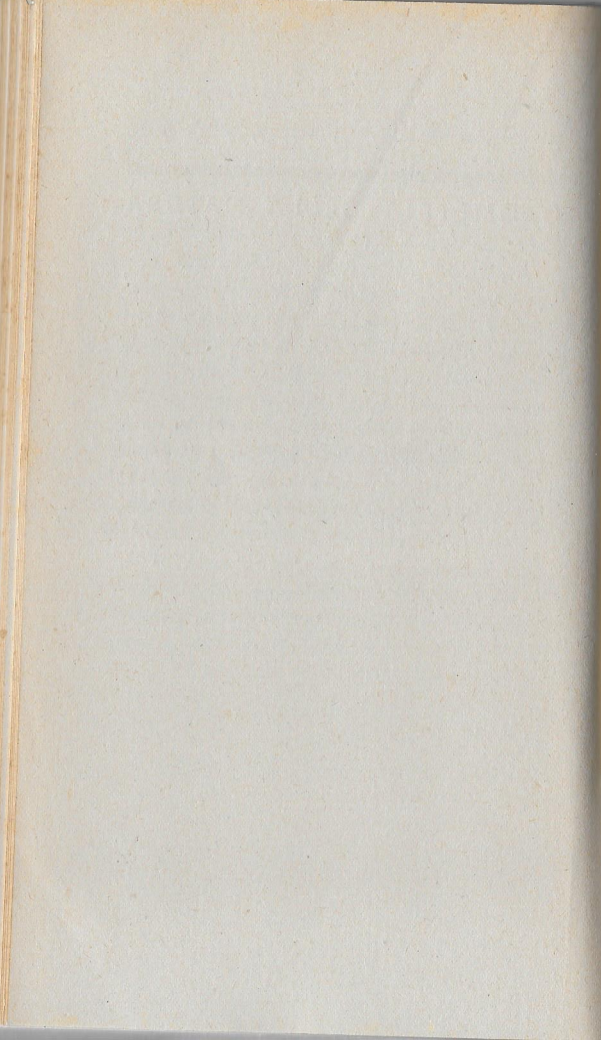
Queste formazioni, all'ingrosso orizzontali, trovano le condizioni favorevoli per un largo sviluppo nel predominio di movimenti orizzontali sui movimenti verticali dovuti alle correnti ascendenti.

Le varietà orografiche influiscono molto sugli spostamenti verticali, e l'espansione adiabatica delle masse di aria nel successivo sollevamento, col lavoro esterno compiuto a spese dell'energia interna, può ben raggiungere lo strato di equilibrio indifferente in cui gli annuvolamenti prodottisi, quasi galleggiano sopra strati che si adagiano sul suolo.

Sui mari di nubi talvolta si formano onde dell'ampiezza di diecine di metri, con pronunciate creste dovute alla più intensa condensazione.

In vicinanza dei mari di cumuli i velivoli sono sottoposti a bruschi sobbalzi, ma allontanandosi la turbolenza diminuisce e subentrano strati tranquilli, luminosi, nella limpida atmosfera.

CAPITOLO QUINTO

GEOMETRIA DELLA NATURA

CRISTALLI DI NEVE

La bianca neve che, come un immacolato e soffice tappeto, copre androni, piazze, e adorna con pittoreschi addobbi gli alberi e a guisa di magnifici festoni si distende su cuspidi, su sporgenze, su aguglie, desta sempre suggestive impressioni per i magnifici e talvolta fuggevoli panorami.

Il manto nevoso si forma per sovrapposizione di purissime gemme, dalle forme più diverse che cadono isolate o riunite in fragili fiocchi, e senza alito di vento, tracciano una struttura particolare dentellata a piccole pagliuzze trasparenti o opache e tutte inclinate e luccicanti come un grandioso caleidoscopio ai tepori dei raggi solari.

* * *

Dopo una notte gelida la superficie del manto nevoso appare cesellata da minute incrostazioni solide scintillanti e i piccoli cristalli di neve modellano con nuove armonie candide e fantastiche fioriture.

Il nuovo aspetto che assumono i paesaggi prende tutta la nostra attenzione; trascuriamo i particolari e ben pochi rivolgono l'attenzione ai cristalli di neve, a queste gioie, a questi ornamenti che la natura distribuisce con prodigalità nelle fredde e umide giornate, che in Italia non mancano dal verificarsi nell'inverno, e con minore frequenza in marzo e talvolta financo in aprile.

Il primo osservatore fra tutti coloro che cercarono di tramandare descrizioni sui cristalli di neve fu Claus Magnus, arcivescovo di Upsala. Nel 1555 a Roma venne pubblicato il suo interessante libro sui fenomeni naturali e bizzarre incisioni in legno riproducono i disegni tracciati dal colto arcivescovo. Ben 23 piccole illustrazioni dànno un'idea generale delle diverse forme cristalline della neve.

Nel 1820 Scoreby, con accurato studio, tracciò nitidi disegni dei magnifici cristalli di neve osservati nelle esplorazioni artiche. La letteratura scientifica man mano si arricchì di nuovo materiale e nelle relazioni delle varie spedizioni polari, specie di quella della Belgica, larghi capitoli furono dedicati alla cristallizzazione della neve. Dobrowolski apportò a intervalli pregevoli contributi e Barnes compì splendidi studî con i raggi Röntgen esaminando le strutture dell'acqua solidificata in condizioni diverse.

* * *

Rohrer con i grumi lanosi, Wegener con gli sferocristalli, apportarono nuovi elementi alla struttura cristallina e ai raggruppamenti di particelle di neve; e Humphreys illustrò scientificamente le più tipiche formazioni.

Di recente Findeisen enunciò importanti considerazioni sulle precipitazioni al suolo di particelle ghiacciate.

Il microscopio fotografico avviò le indagini sulla fase più redditizia; e le forme ottenute superarono, per arte e per simmetria, quanto avevano accumulato le dirette osservazioni.

W. Bently rimane il più paziente e instancabile ricercatore: con l'ardore dell'innamorato proseguì, per quasi mezzo secolo, il più accurato lavoro prendendo fotografie sui luoghi montuosi (Tav. XVII e XVIII).

Non solo egli trovò migliaia di forme nella varietà dei cristalli, ma ottenne abilmente fotografie.

Le nostre conoscenze sui cristalli di neve non possono ritenersi complete e in ogni stagione invernale gli studiosi perfezionano le indagini, poichè penetrare nella intima formazione dei cristalli di neve, significa perfezionare le interpretazioni dei fenomeni meteorologici. Ma le osservazioni sui cristalli di neve formano uno dei più attraenti capitoli, e

chiunque può apportare un contributo con la personale osservazione.

I finissimi fiocchi, i piccolissimi cristalli che ondeggiano dal cielo alla terra, formano un'infinita galleria di ricami, di trine, di mirabile fattura.

I mezzi più ingegnosi furono man mano adottati per scoprire la forma della piccola unità del cristallo, per svelare a quale tipo esatto di cristallizzazione esso effettivamente apparteneva.

Non occorrono attrezzature per l'osservazione delle forme principali da distinguersi facilmente ad occhio nudo senza ausilio ottico. Non è opportuno esaminare la superficie della coltre di neve al suolo, ma è meglio osservare le particelle di neve che si sono deposte su una superficie liberata immediatamente prima della neve preesistente come manica di soprabito, o un pezzo di velluto.

Per analisi più delicate va impiegata la fotografia, ma allora occorre decisione rapida, grande abilità, poichè i cristalli si fondono al più lieve alito e non possono resistere a lungo al calore del corpo umano vicino.

Una piccola tavoletta nera, liscia, si tiene per poco nella neve che cade; indi si porta al riparo in temperatura analoga all'esterno, con l'aiuto di una stecca di legno il cristallo più distinto, si porta sopra un vetrino, e pressandolo lentamente con una piuma, si adatta alla piastrina di vetro pel microscopio. Con

piccola apertura del diaframma e con luce diffusa inviata, attraverso uno specchio posto inferiormente al cristallo, e con lastre fotografiche a moderato contrasto, e con posa di 20 secondi, al massimo, si ottengono artistiche fotografie di grande valore anche scientifico.

* * *

La parte centrale di ogni cristallo mostra molti particolari e merita quindi di essere osservata con un opportuno ingrandimento, mentre le estremità presentano variabile struttura. In base all'aspetto generale è conveniente la seguente classificazione: colonna esagonale usualmente da 3 a 5 volte più lunga che spessa, avente le estremità normali alle facce o terminanti con lamine sottili; piramide retta esagonale; lamina esagonale dieci volte più grande che spessa; lamine triangolari; lamine a dodecagono.

La quantità dei cristalli appartenenti a ciascun gruppo varia a seconda delle circostanze: così le colonne, gli aghi, e le lamine piane esagonali, si riscontrano più frequenti nelle alte quote; nelle nubi elevate, ove la temperatura è più bassa, la quantità di vapore acqueo è poca e la crescita del cristallo relativamente lenta (Tav. XIX).

I cristalli più complessi, quelli con diramazioni, avvengono a temperature più alte e corrispondentemente l'umidità assoluta è relativamente grande. Essi sono quindi abbondanti nelle nubi basse. Nelle

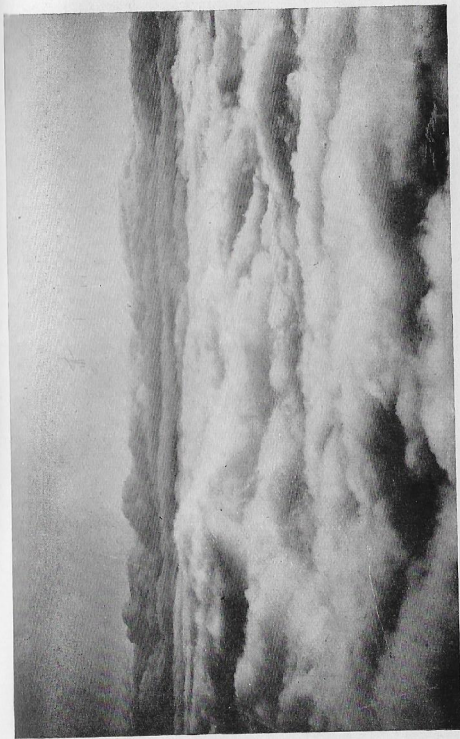
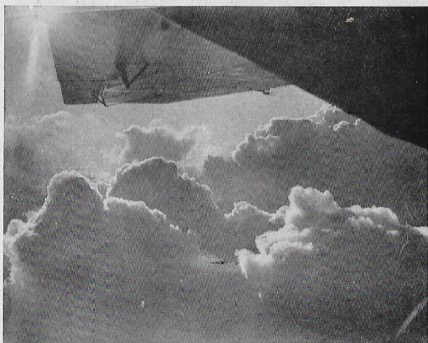
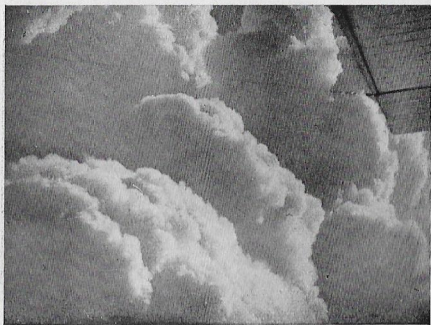
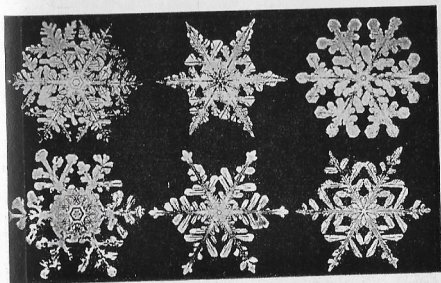
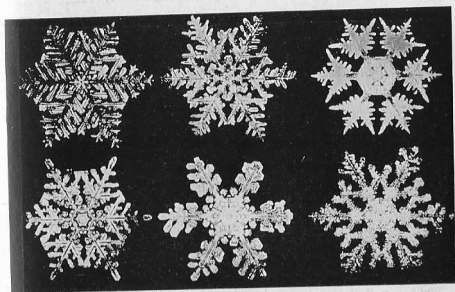
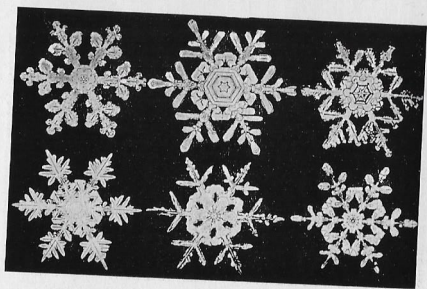
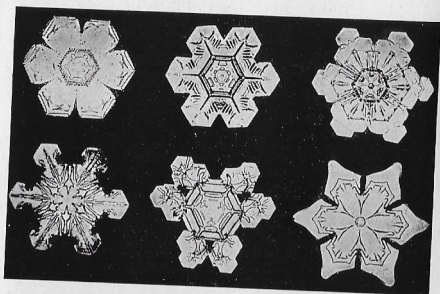
nubi a livelli intermedi i cristalli tendono ad avere forme intermedie.

Il cristallo è incolore: ma vi sono spazietti che disperdono la luce che li attraversa, così da apparire meno luminosi nelle parti adiacenti. Lungo le giunture dei segmenti, nelle diramazioni degli angoli, le cime formano talvolta lenti convesse in miniatura che alterano il corso della luce che le attraversa e quasi sempre appaiono relativamente oscure. Nelle scanalature, nei bracci, nelle diramazioni, nelle saldature si formano minutissime lenti concave cilindriche. Si distinguono anche dentellature ondose causate da pellicole d'acqua prodotte da leggera fusione.

Accade di rado che goccioline liquide delle nubi vengano prese dai cristalli di neve: un piccolo cristallo di ghiaccio allora si sviluppa su ciascuna di queste goccioline catturate e si forma un orlo opaco mentre la zona centrale brilla ai raggi solari, come il turchese, l'opaca pietra dal colore del cielo (Tav. XX).

Quanti effetti meravigliosi produce la luce nelle diverse forme dei cristalli, talvolta l'intrusione di grani di polvere genera delle gemme che ricordano l'ametista, il diamante, lo zaffiro!

* * *

L'analisi dei cristalli di neve delle centinaia di forme che si susseguono durante le nevicate, destano godimenti estetici dai quali non ci si può mai stan-

TAV. XV – *Mare di nubi osservato sul mare Tirreno da 3500 m. il 24 gennaio 1933.*

TAV. XVI – *Particolari del mare di nubi osservati sul Mediterraneo dalla quota 4000 il 9 marzo 1935.*

Tav. XVII – *I cristalli di neve disegnati da W. A. Bentley. Forme a raggera.*

TAV. XVIII – *I cristalli di neve disegnati da W.A. Bentley. Forme stellari.*

care. E quanta gioia nel trovare oggetti di qualsiasi specie alla stessa guisa delle immagini che si è portati a distinguere nelle ceneri o nei tizzoni degli ultimi fuochi dei camini nelle sere invernali: belle perle che adornano la fine tela del ragno, delicate cortine di ricami come quella che il gelo produce sul vetro delle finestre durante il sonno notturno.

L'abilità e l'intelligenza dell'osservatore si associano alle più gradevoli sensazioni avvolte dalla più armonica serenità.

L'ACQUA SOLIDA NEI PANORAMI INVERNALI

Nel seguire lo svolgimento dei diversi fenomeni naturali che ovunque si presentano come manifestazioni vitali di forze che si sogliono chiamare forze naturali, si è portati ad indagare la causa di essi e rilevare i fatti per trovare una spiegazione soddisfacente di ciò che si osserva nelle armonie dei paesaggi indefiniti.

I fenomeni prodotti dalla presenza del vapore d'acqua nell'atmosfera e dall'andamento termico diurno maggiormente attirano l'attenzione, in specie allorquando la serenità del cielo invita l'occhio a discernere i diversi elementi che nel loro insieme

costituiscono i paesaggi che natura ha diffuso nel nostro bel paese.

Dopo una notte tranquilla, senza alito di vento, con assenza di nebbia, ai primi raggi del sole irraggiante luce e calore sul cielo limpido ed azzurro, talora appaiono sui corpi esposti al libero cielo incrostazioni di acqua solida che costituiscono la brina. La persistenza di elevate pressioni favorisce la formazione della brina e nel dicembre 1939, in Roma, per diversi giorni, sul mattino uno straterello bianco e scintillante copriva le strade, le piazze.

* * *

La minore temperatura che assumono per radiazione alcuni corpi non oltrepassanti due metri di altezza sul suolo rispetto all'aria circostante fa sì che il vapore d'acqua, condensandosi sotto forma di rugiada, man mano si solidifichi in aghetti amorfi, talvolta riuniti, formanti una sottile lamina di ghiaccio trasparente, bianca per la riflessione totale della luce diffusa, e che si estende sulle foglie, sui ramoscelli delle piante erbacee. Ed alcune volte in montagna, sui fili metallici abbandonati sul terreno o sui bordi del fogliame caduto, alla brina amorfa si sovrappongono cristallini minuti di ghiaccio scintillanti all'apparire dei raggi solari e man mano si fondono trasformandosi in acqua, benefica alimentatrice della vita vegetativa. Ma se bello è il panorama

della natura inghirlandata dalle piccole incrostazioni solide scintillanti, ed induce il viandante ad indugiarsi ed ammirare la maestà del fenomeno, quanta mestizia esse suscitano negli agricoltori, allorchè, in forma più vasta, costituiscono un immenso bianco lenzuolo disteso sulle pianticelle nascenti e che scomparendo ai tiepidi raggi solari, discopre la distruzione e la morte di quelle piccole nuove vite stroncate all'inizio del periodo vegetativo.

Negli spazi intercellulari delle piante vengono a formarsi dei cristalli di ghiaccio che si accrescono per la congelazione dell'acqua che affluisce dalle cellule vicine. Per un rilevante aumento di volume di detti cristalli, le cellule possono in certi casi venire compresse e in parte vuotate. Ma un'altra azione più intensa si esercita sulle cellule producendovi una deformazione della membrana protoplasmatica, in seguito alla quale essa perde il potere di ritenere i liquidi che sviluppa; e le cellule, private dei loro liquidi costitutivi, perdono la loro turgescenza e finiscono per morire.

* * *

Talvolta al verificarsi di pioggerelle fredde le goccioline sopraffuse giungendo sul suolo nudo o sugli oggetti sovrapposti si congelano rapidamente formando uno straterello continuo di ghiaccio trasparente che suole chiamarsi gelicidio. Siffatto strate-

rello di ghiaccio liscio, compatto, può avere sottili croste, ma può anche assumere ragguardevoli dimensioni, sì da avvolgere piante e ramoscelli modellandoli perfettamente con l'aggiunta di prominenze che in modo caratteristico adornano la magnificenza dello spettacolo (Tav. XXI).

Quanti quadri possono ritrarsi, inoltrandosi, durante le limpide giornate invernali, nelle valli, nei declivi, sulle colline, sui pianori di un paesaggio vario orograficamente! E quale grande utilità scientifica potrebbero apportare tutte le indicazioni dirette a precisare lo sviluppo del fenomeno e il comportamento dei concomitanti elementi meteorologici, come pure la constatazione se si notò acqua sopraffusa o sferette di ghiaccio trasparente, ossia gocce di pioggia solidificata! (Tav. XXII).

* * *

Talvolta a guisa di addobbo invernale l'acqua solida copre tutti gli oggetti, e con aghi di ghiaccio di lunghezza varia che raggiunge perfino i 6 cm., si addensa sugli spigoli degli edifizi, sui rami degli alberi o sulle prominenze del suolo quasi volendone uniformare la superficie. Siffatto fenomeno, denominato galaverna, si presenta ovunque allorquando la temperatura dell'aria è molto bassa, il cielo sereno, l'atmosfera tranquilla o mossa, ma sempre torbida: l'acqua solida si addensa sugli alberi co-

prendoli di novella chioma bianca e si deposita sotto forma di piccoli aghi di ghiaccio sugli abiti dei viandanti o sulle criniere dei quadrupedi. Non mancano i casi che la successione delle piastrine esagonali provenienti dal vapore dovuto alla sublimazione del ghiaccio si intensifichi dando luogo ad ampi filamenti che a guisa di festoni riuniscono alberi ad alberi (Tav. XXIII). E, sul suolo circostante nudo e gelato, spesso si delineano incrostazioni di acqua ghiacciata che si modellano, con alterate dimensioni, ai bei fiori delle piante erbacee e suffruticose formando un candido e fantastico tappeto (Tav. XXIV). Sono i cosidetti fiori di ghiaccio che il viandante, spesso inavvedutamente, calpesta senza avere ritratto le forme principali, distruggendo così la nuova armonia che natura ha creato nei rigori invernali (Tav. XXV).

Ma talora, per la mancanza dei raggi solari trattenuti nel loro cammino da spesse nubi, le goccioline di acqua sopraffuse, spinte maggiormente da venti freddi, investono gli oggetti, vi si addensano formando spessi strati di ghiaccio opaco o semiopaco che a guisa di pesanti agglomeramenti tutto ricoprono e avvolgono. È allora la cosidetta calabrosa che imperversa e che intensificandosi provoca ingenti danni nella vegetazione, rotture di cavi e di fili.

* * *

Quante ispirazioni desta la natura nelle sue candide manifestazioni che diffonde nella stagione invernale! (Tav. XXVI).

Quanti elementi di ricerca fornisce a coloro che vogliono sciogliere l'arcano che regola le leggi dei fenomeni che a noi si presentano!

O viandante che solchi le candide lande investito dalle dolci e fresche aure, mira la magnificenza della natura nell'argenteo ammanto e ferma sulla lastra fotografica i meravigliosi e fuggevoli istanti dei divini paesaggi!

LA GRANDINE

Nei pomeriggi delle giornate calde, leggiere nubi si elevano talora lentamente dai bassi strati e via via raggiungono maggiori altitudini; e alle nuvolette vaganti subentrano cumuli a catena che alimentati da correnti ascendenti si addensano; ben presto coprono l'orizzonte e nereggiano assumendo aspetti tetri.

Nubi di acciaio bruciato, cangianti in giallo oscuro: guizzi luminosi ramificati le attraversano in tutti i sensi e si susseguono tuoni continui, bruschi, simili a brontolìo.

Alle prime goccioline, subentrano pallottoline bianche, tal'altra opache, di dimensioni le più diverse.

Durante le più profonde perturbazioni, è intenso il tambureggiamento dei chicchi a forma di cono con base emisferica e di quei più voluminosi, irregolari per protuberanze, punte a prismi di ghiaccio cristallizzato con infossature o spaccature; e le messi, i vigneti, i frutteti, non resistono a tanto fragore.

La struttura interna è molto diversa e l'esame di essa riesce istruttiva. Il più delle volte, sezionati i chicchi, si nota un nucleo centrale avviluppato da ghiaccio compatto e bianco, oppure si distinguono diversi strati concentrici, composti alternativamente di ghiaccio trasparente e di ghiaccio opaco, mostrando in tal modo che i diversi chicchi prima di arrivare al suolo hanno attraversato strati atmosferici in condizioni molto differenti o sono soggiornati per molto tempo in strati di aria molto fredda, e il cui vapor d'acqua si è condensato a poco a poco sul nucleo principale di ghiaccio, molto lentamente, per prendere la forma cristallina (Tav. XXVII).

Le relazioni tra grandine e fenomeni temporaleschi sono tuttora incerte e non possiamo elevare a legge la deduzione che parve ad alcuni emettere, cioè, che il tuono dei temporali grandiniferi, è continuo, brusco, simile a brontolìo e non secco, ed ancora che i lampi vi appaiono diffusi e incessanti. I caratteri di distribuzione dei danni che apporta la

grandine rimangono ancora indefiniti e difatti non possono elevarsi a legge le constatazioni che la grandine cade a strisce strette e larghe orientate secondo il senso del movimento del temporale, inquantochè talora la grandine, pur non riuscendo ugualmente dannosa, si estende fuori di queste striscie, interessando ampie e larghe regioni.

La determinazione della direzione prevalente da cui provengono i temporali grandiniferi costituisce un dato di grande utilità pratica perchè può condurci a preservare dalla grandine tutte le piante che si coltivano a spalliera, inquantochè, disponendole nella direzione diametralmente opposta alla direzione dominante dei temporali, esse saranno colpite solo di fianco, e si difenderanno scambievolmente, diminuendo così gli effetti dannosi.

* * *

La grandine trova la sua origine nel raffreddamento rapido di una corrente umida e calda che si eleva con rapidità; al termine dell'ascensione il vapore acqueo si condensa sui nuclei formando delle goccioline, piccoli globuli pieni di acqua e tali rimangono anche se la temperatura si abbassa al disotto di zero gradi, cioè si mantengono allo stato di soprasaturazione.

Si hanno allora quelle formazioni nuvolose a forte sviluppo verticale a guisa di incudine e con gibbo-

sità come un enorme cavolfiore, che si elevano talvolta dai 5 ai 6 mila metri.

Le goccioline tal'altra si ispessiscono fino ad avere dimensioni tali, da vincere le correnti ascendenti e quindi raggiungono il suolo.

Si ritiene che la grandine si formi alle sommità delle nubi temporalesche: cumuli nembi, a contatto dei cirri o dei cirro-strati, e al disopra dell'isoterma zero, la quale durante il periodo caldo si trova nel pomeriggio tra 3 mila e 6 mila metri.

Nella zona di soprafusione le gocce di acqua si mescolano con gli aghi di ghiaccio dei cirri, dando luogo a piccoli agglomeramenti che man mano aumentano di volume, per poi piombare al suolo.

I chicchi di grandine si riuniscono in masse turbolenti di larghezza non superiore al chilometro. Sono ben visibili i turbini che li trascinano in mezzo alle nubi, a guisa di un'enorme colonna bianco giallastra.

* * *

Le difese nei decorsi secoli si riducevano a pratiche adoperate per scongiurare preventivamente il pericolo della grandine.

Gli scongiuri, dipendenti da superstizioni popolari o da pregiudizi, si materializzano con l'impiego di oggetti e con determinate operazioni dirette ad allontanare la temuta meteora. E ancora oggi, in

alcune zone rurali, si colloca sui campi di frumento una croce di legno di salice, ad altezze tali che superi i colmi delle piante. Si collocano sugli alberi che delimitano il podere, frammenti di carbone del ceppo di Natale, o ramoscelli di olivo benedetti nella domenica delle palme. Amuleti, talismani, sono largamente impiegati, per allontanare o dissipare i nembi grandiniferi.

E quando appaiono all'orizzonte le tetre nubi si mettono in pratica i mezzi più efficaci, sparando contro le nubi; spesso è il più anziano della famiglia che, adoperando vecchi tromboni, compie questa pratica ritenuta decisiva. Se pur nondimeno giunge gragnuola in abbondanza, la colpa risiede nell'aver tardato a sparare. E la stessa colpa si attribuisce al sacrista che all'approssimarsi del temporale ha tardato a suonare i sacri bronzi: lenti e cadenzati rintocchi, che si diffondono in mezzo allo scrosciare della pioggia e al rumore assordante delle scariche elettriche.

Erodoto ricorda che i Traci durante i temporali tiravano frecce contro le nubi; lo stesso praticavano i Goti per aiutare gli Dei favorevoli a combattere le Divinità contrarie.

La costumanza di tirare fucilaté verso le nubi grandinifere, ha sempre rappresentato il più efficace metodo di difesa.

* * *

Negli ultimi anni del secolo scorso Stier della Siria, propose l'impiego di speciali cannoni, a guisa di grossi mortai, con un lungo imbuto in lamiera di ferro. Con una carica di 200 grammi di polvere nera, si aveva un proiettile gassoso, a forma di toro, animato di grande velocità di rotazione, ma di debole velocità di traslazione, cosicchè poteva giungere al massimo a poche centinaia di metri di altezza. Detti cannoni grandinifughi furono largamente impiegati anche in Italia; ma non risultarono efficaci e fu abbandonato questo mezzo di protezione, anche dopo l'impiego di bombe appositamente confezionate e che scoppiavano a quota intorno ai 2000 metri. Il più delle volte si sparava all'impazzata, non appena si delineavano nubi temporalesche.

Più tardi vennero impiegati i fucili grandinifughi, i quali lanciavano da 100 a 300 grammi dell'esplosivo cheddite che poteva elevarsi dai 1000 ai 2000 metri.

Oggi, sebbene molto perfezionati, i medesimi procedimenti ritornano a far nascere le più floride speranze.

Gli odierni perfezionamenti consistono nel fare esplodere nell'interno della nube un proiettile in modo da far cessare immediatamente la soprafusione e di dislocare le correnti ascendenti che man-

tengono sospesi i piccoli grani. Il segreto del procedimento sta nel fare esplodere il proiettile prima che la grandine si formi o prima che assuma proporzioni pericolose.

Queste esplosioni debbono verificarsi in determinate zone della formazione nuvolosa e lanciarsi da grandi altitudini.

Il Ruby da un triennio ha organizzato campagne estive al fine di debellare la grandine, a mezzo di bombe lanciate dall'aeroplano sulle formazioni nuvolose.

Trattasi di bombe di modello speciale caricate da 2 a 3 chili di cheddite e calcolate in modo che esse esplodano da 300 a 500 metri al disotto dell'aeroplano.

Una dozzina di bombe esplose nella parte sensibile di una nube, sono sufficienti per far cessare la soprafusione, lo stato di equilibrio stabile, e dislocare le correnti ascendenti.

Ma nel contempo bisogna sparare dal suolo con bombe di cheddite che possono esplodere a quote elevate.

Sono stati eseguiti esperimenti nei monti Beaujolais (nel distretto di Lione) che formano nell'insieme due allineamenti nord-sud distanti da 6 a 10 chm. Nella parte bassa e media la cultura della vite è notevolmente sviluppata.

Dai risultati ottenuti dal 1936 al 1938, secondo le illustrazioni fatte dallo stesso Ruby e dall'Allix, sembra che sia stata ben dimostrata l'efficacia del procedimento.

Non riteniamo però che i dati acquisiti siano tali da consentire la generalizzazione del metodo. Le conclusioni forse sono azzardate ed è consigliabile, come del resto pensa anche Wehrlè, di continuare le esperienze su larga scala e concomitanti dettagliate ricerche meteorologiche.

***

Nei primi anni dell'attuale secolo furono proposte altre disposizioni di natura elettrica, la efficacia delle quali è ancora dubbia.

I generali Negrier e Beauchamp idearono i « Niagari » costituiti di grandi piloni elevati sulle sommità delle zone da proteggere e rilegate al suolo con un nastro di rame collegato ad una sorgente o ad un pozzo.

Nell'avvicinarsi delle nubi temporalesche si sviluppano sul suolo correnti telluriche di polarità contraria a quella delle nubi; e questa elettricità del suolo attirata dalle nubi tende a neutralizzare il campo elettrico dell'atmosfera.

Più tardi furono ideati i paragrandini radioattivi. Su un palo di legno di poca altezza, si fissa un isolante che porta una calotta di porcellana rivestita

da sostanze radioattive. Al disopra di questa calotta è situato un disco metallico portato a un potenziale positivo elevato; in queste condizioni gli ioni negativi, provenienti dalla radiazione del radio, sono neutralizzati dal disco e gli ioni positivi, sottoposti a un potenziale crescente, sono respinti con velocità crescente. Si inizia così una colonna di aria ascendente e un gran numero di ioni positivi impediscono la formazione di chicchi di grandine.

Per ionizzare l'aria si impiegarono anche fucili con tubo ricoperto di sostanza radioattiva che veniva portata a temperatura elevata per la combustione della polvere. A siffatta temperatura, la sostanza radioattiva disimpegna forte emanazione che crea una grandiosa colonna conduttrice tra nube e suolo con successiva riduzione del campo elettrico dell'atmosfera.

Venne anche proposto l'uso di bombe radioattive da lanciarsi dagli aeroplani, e formate da più tubi radioattivi, dei quali alcuni, ben profilati, attraversano la nube dall'alto al basso e altri, di forma diversa, venivano trasportati dalle correnti turbolenti in modo da ionizzare il massimo volume.

* * *

Stanoièvitch emise il proposito di provocare una forte vibrazione aerea all'altezza a cui presumibilmente si formano le nubi grandinifere e a tal uopo

bastava attaccare a un cervo volante o a un pallone frenato una forte sirena elettrica che col suo suono grave o acuto avrebbe prodotto nella nube vibrazioni aeree molto più forti di quelle apportate dalle masse aeriforme lanciate dalla terra. Stanoièvitch riprende ora l'argomento e consiglia l'impiego dell'aeroplano, con una efficacia maggiore. Difatti, la rotazione dell'elica nelle nubi stesse e il forte rumore provocheranno un'azione più efficace dei metodi avanti indicati. In tal modo il pilota col suo apparecchio deve entrare in lotta diretta con la nube grandinifera e con pericoli non pochi a causa delle scariche elettriche e con risultati poco efficaci, poichè vi giunge quando la grandine è formata.

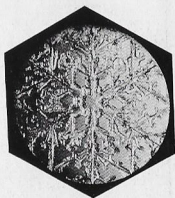
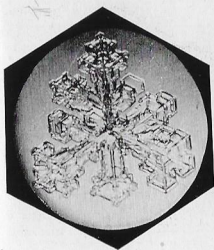
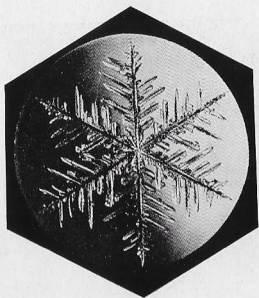
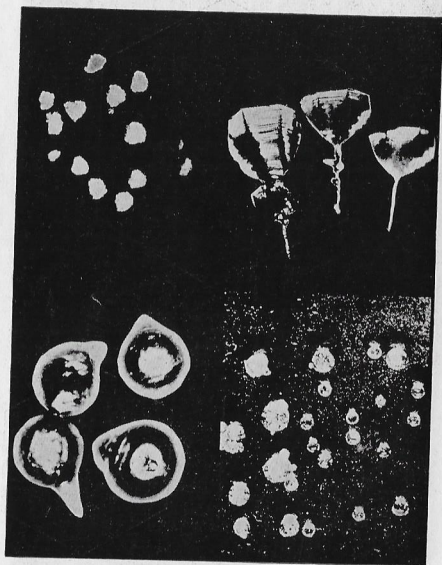
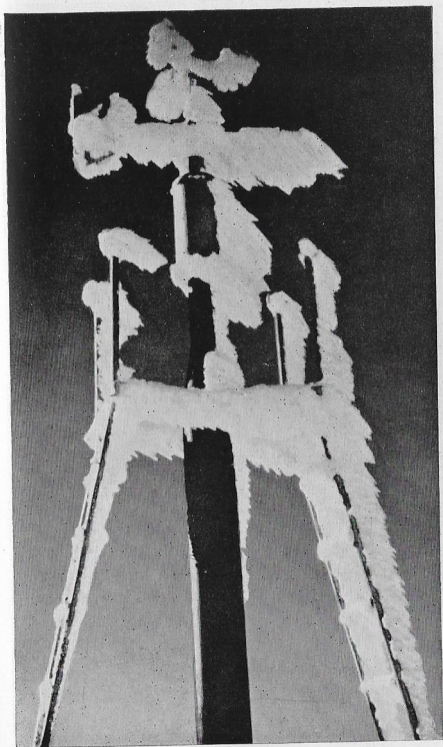
Ma l'azione dell'aeroplano la si può ritenere più sicura se è preventiva, cioè se si esplica in tempo per impedire la formazione delle nubi grandinifere. E siccome tali nubi preferibilmente appaiono in alcune località, basterà in queste istituire un servizio di aeroplani in modo che nelle giornate calde, secche e calme, sollevandosi gli aeroplani, possono distruggere la calma degli alti strati atmosferici che sembra costituisca la caratteristica per la formazione delle perturbazioni grandinifere.

* * *

Le pratiche protettrici contro la grandine non hanno ancora raggiunto i desiderati risultati.

La causa prima degli insuccessi risiede nella poca conoscenza dei fatti meteorologici che nell'alta atmosfera presiedono alla formazione della grandine. Da pochi anni la dinamica dell'atmosfera ha affrontato la più larga interpretazione dei fenomeni atmosferici, avvalendosi dei dati forniti dai sondaggi alle quote elevate, con meteorografi installati a bordo di velivoli o trainati da sferici. La struttura termica va seguita nei successivi sviluppi durante le fasi che precedono la dannosa meteora e con ritmo crescente in relazione alla profondità della perturbazione.

Nei primi anni del secolo, meteorologi, agricoltori, tecnici, collaborarono per definire l'utilità dei cosidetti cannoni grandinifughi; oggi migliorati i mezzi di indagini meteorologiche, perfezionata la tecnica della difesa, si prospetta una nuova più fattiva collaborazione col proposito di collegare i risultati delle esperienze, al complesso dei fenomeni meteorologici.

Se ancora non si è riusciti a debellare la dannosa meteora, la fede nella ricerca scientifica non è diminuita; e le nuove vie aperte dagli appassionati studiosi saranno percorse con tenacia, con metodi severi e con il controllo delle esperienze, come tappe verso il raggiungimento dei più sicuri procedimenti di difesa, contro le avverse manifestazioni atmosferiche.

Tav. XIX – *Microfotografie di cristalli di neve.*

Tav. XX - *Particolari forme di ghiaccioli.*

TAV. XXI – *Osservatorio meteorologico di Iungfraujoch. Anemometro, nov. 1937.*

TAV. XXII – *Osservatorio meteorologico di Saentis. Sopraelevazione con gli anemometri, 28-XI-1939.*

C A P I T O L O   S E S T O

VICENDE DELLE STAGIONI

LE VARIAZIONI DEL TEMPO NELLA STORIA DI ROMA

Al mutare delle stagioni, nelle ore meridiane, alle nuvolette vaganti susseguono cumuli a catena, alimentati da marcate correnti ascendenti; cumuli che si addensano in forme cineree frastagliate ai bordi: grossi nembi di rapido spostamento. Talvolta esse si attardano sulle circostanti rigogliose colline, e in file ordinate raggiungono la città arrecando scrosci di pioggia di breve durata.

Fenomeni passeggeri che si risolvono entro poche ore, cosicchè a sera sul limpido cielo si disegnano nitidamente le luccicanti costellazioni.

Fenomeni però alquanto persistenti e tali da nascondere spesso i magnifici panorami romani, che si incendiano con magici riflessi non appena il sole si avvicina al terso orizzonte.

La frequenza di questi fenomeni fa pensare a ri-

volgimenti nella struttura meteorologica dell'atmosfera, a mutamenti di stagioni; e gli appassionati ricordi degli anni passati dipingono scene e paesaggi suggestivi, senza improvvise variazioni del tempo.

Ed anche le epoche storiche, specie quelle affini alle gloriose affermazioni della civiltà latina, a seconda della grandiosità dei fatti, spesso sono associate a spiccata regolarità dei fenomeni atmosferici.

Ma viene di domandarsi: le condizioni climatiche di Roma sfolgorante nel fervore delle opere di Cesare, nella luce della civiltà di Augusto, erano molto diverse di quanto oggi constatiamo.

* * *

Estremamente difficile si presenta la trattazione di un siffatto argomento, perchè allora non si avevano strumenti meteorologici, portato delle epoche moderne, e quindi mancano i diretti elementi per la determinazione del clima.

I Romani erano acuti osservatori ed anche i fenomeni atmosferici venivano seguiti nelle diverse evoluzioni, come attestano le descrizioni lasciateci; però mancano delle cronache complete, attraverso le quali potrebbero trarsi i dati fondamentali per formulare una adeguata statistica da compararsi, anche grossolanamente, a quella che oggi siamo abituati ad elaborare.

Soltanto i fatti eccezionali richiamarono l'attenzione degli scrittori o dei poeti ma senza continuità, poichè di tali fatti gli scrittori si servivano spesso per illustrare maggiormente l'opera di cittadini di grido, di guerrieri, ed i poeti li utilizzarono più che altro come scenario delle produzioni della loro fervida fantasia. Più largo posto trovarono invece le interpretazioni dei fatti naturali, con intendimenti che potrebbero chiamarsi positivi e in un certo senso scientifici ed un'ampia documentazione storica può fare comprendere il continuo lavorìo intellettuale per adattare i fatti osservati alle idee materialistiche da una parte, e alle concezioni di carattere soprannaturale e superstizioso dall'altra.

Pur nondimeno, entro larghi limiti si può prospettare l'andamento annuale dei fenomeni atmosferici in quei gloriosi tempi, in cui il Fascio del Littorio, era, come oggi, simbolo di progresso e di attività.

* * *

Da Plinio apprendiamo che nell'epoca romana, le stagioni meteorologiche non avevano esattamente principio agli equinozii e ai solstizii, ma si protraevano spesso per alcuni giorni, mantenendo il tempo invariabile.

I venti più freddi erano quelli di tramontana ed essi scacciavano le nubi. Ed oggi possiamo ripetere

lo stesso, poichè le limpide giornate si hanno appunto con la frizzante tramontana.

Durante il periodo invernale i Romani non arrestavano la navigazione, anzi cercavano di intensificarla poichè allora si era più sicuri di non essere disturbati dai corsari e sfidavano le tempeste con maggiore tranquillità che non le insidie dei pericolosi assalitori.

Ciò sta a provare come i naviganti di allora ben sapessero dirigere i battelli anche durante le furiose fasi delle perturbazioni atmosferiche.

Verso la metà di febbraio, sappiamo da Plinio, le rigide temperature si alternavano, ma talvolta bisognava attendere la fine del mese pel raddolcimento dell'aria, condizione favorevole per l'arrivo delle rondini.

Simile andamento riscontriamo oggi, ed invero a Roma il febbraio, e talvolta marzo, è di estrema variabilità: i rigori invernali si attenuano con prematuri tepori, ma alla fine del mese normalmente il periodo burrascoso è tramontato.

Tornava la primavera, la stagione propizia alla rinascita della vegetazione, ed essa si protraeva fino a maggio. Ed anche oggi i campi fioriti e le olezzanti culture imbalsamano l'aria di odorose aure, irrorate da alternati acquazzoni.

***

Un fatto che ci conferma l'identicità del clima attuale con quello dell'epoca romana, riguarda l'identica circolazione atmosferica quale ci si presenta con i venti dominanti.

Le correnti aeree sintetizzano i caratteri climatici di una regione, poichè esse, a seconda della regione da dove provengono, apportano masse di aria fredda o di aria calda, umida o secca.

Verso gli idi di febbraio sorgeva il Favonio (vento tra ponente e libeccio) e durava fino agli idi di maggio; dopo subentrava il subsolano (vento tra levante e scirocco) a cui succedeva l'austro (vento da sud). Nell'estate centrale si levava il borea (tra tramontana e greco), poi tornava l'austro verso l'equinozio di autunno e, finalmente, l'inverno, dominato da correnti boreali assai più impetuose da quelle estive.

Le nubi si addensavano sull'appennino e non di rado le vette si illuminavano con rumoreggianti temporali. E tutt'oggi vediamo sui colli laziali elaborarsi quelle magnifiche galoppate di cumuli, di nembi che si dissolvono in piogge benefiche alle ubertose campagne.

Nei periodi invernale e primaverile, i venti intorno sud apportano piogge, spesso rovesci, inondando estese pianure.

Raramente viene ricordato il vento di levante, e anche oggi, attraverso le secolari statistiche, risultano molto rare le correnti di tale direzione, e ciò a causa dell'ostacolo opposto dalla circostante orografia.

***

E tale conoscenza dei venti era allora ritenuta indispensabile per la navigazione marittima la quale, pur diminuendo di attività nel periodo invernale, a causa delle tempeste disastrose che schiantavano le impareggiabili navi alessandrine, navi onerarie al servizio dell'Urbe, trovava nelle correnti aeree gli alleati più sicuri per raggiungere la mèta.

Una vera e propria linea da Cesarea a Puteoli, percorsa dalle grandi navi alessandrine, collegava il cuore dell'Impero all'estremo confine orientale.

Gli agili velieri navigavano sempre con le suppare spiegate e col grande stendardo di Cesare che sventolava in cima all'albero maestro.

Le tempeste venivano osservate principalmente nella direzione maestrale — scirocco, e la costa tirrenica, come oggi, era molto sconvolta dalle libecciate persistenti.

Nel complesso le condizioni generali del tempo non erano allora in gran parte diverse dalle attuali. Però, in base alle notizie che ci pervengono dagli

scrittori, non possiamo precisare le oscillazioni climatiche che ad intervalli venivano segnalate come perturbatori non desiderati, nei festosi conviti e nelle ricorrenze di manifestazioni storiche; oscillazioni climatiche da un anno all'altro, che oggi siamo in grado di precisare attraverso le segnalazioni strumentali ormai largamente impiegate.

Il clima delle nostre latitudini non può ritenersi costante: ritardi di stagioni, precipitazioni irregolari, possono alternarsi con rigorosi inverni e caldure estive.

Trattasi di fluttuazioni climatiche periodiche relegate a cicli astronomici e che praticamente si presentano con distribuzioni barometriche diverse dal normale.

Fluttuazioni che più studiosi hanno già messo in relazione con i movimenti degli astri, rivestendo con rigorose ricerche quanto le epoche decorse ci hanno trasmesso sotto forma di credenza popolare fondata, in modo particolare, sull'azione che il satellite della Terra ha sulle anomalie del tempo.

Risultati che possono inquadrarsi nelle attuali conoscenze scientifiche, poichè alcuni pensano che la prevalenza di determinate condizioni bariche, risenta l'influenza dell'argenteo astro serotino che spesso scivola sul cielo tappezzato da strati plumbei e da nuvole rotondeggianti.

* * *

Ma siffatte irregolarità guardate a lunga distanza di anni ci appaiono attutite e la mitezza del clima mediterraneo si afferma la base della civiltà latina la cui luce irradiò e irradierà sempre tutto il mondo.

I pini con alti tronchi e con dense chiome di foglie aciculari, anche oggi, come ai tempi di Roma antica, ornano i luoghi più pittoreschi.

I prati, i pascoli, anche oggi si riempiono di una enorme quantità di piante erbacee e suffruticose e di piante bulbose, e la bellezza di fiori, vere gemme della flora romana, fa corona alle feraci graminacee.

I perlacei grappoli che si indorano alle prime luci son sacrificati a Dioniso alle medesime date attuali tra il 22 settembre e il 15 ottobre. I narcisi, i tulipani e i candidi grappoli degli asfodeli, graziosi fiori tutti che si ergono sul tappeto verde delle erbe più umili, continuano a rallegrare i luminosi giardini che circondano l'Urbe rinata a nuovi fasti.

Il leandro e il mirto anch'oggi cingono le opere grandiose che il Fascismo eleva a ricordo della nuova fase di attività sociale che la Storia ha già immortalato.

E l'alloro, con le magnifiche impalcature di denso fogliame ombreggia sui larghi viali e orna con le robuste foglie, con i robusti virgulti, le fronti dei

Littoriali, araldi di impareggiabile bellezza della nuova epopea eroica che sorge nei solchi tracciati dai nostri padri sulle ubertose rive del Tirreno.

ALBORI DI PRIMAVERA

La primavera, stagione della quiete celeste, simboleggiata da Pallade Atena o dalla dea italica Minerva, subentra dopo un periodo di burrasche, gelate, di procelle minacciose, di temporali, di acquazzoni. Sull'atmosfera trasparente, limpida si specchia il suolo ammantato in luminosi prati di verde smeraldo, tappezzati da miriadi di calici profumati ed ondeggianti ai delicati soffi dei zefiri. E ghirlande e ceste di fiori adornano la dea Flora che troneggia in un tripudio di luci.

Sui magnifici tempii dell'Aventino, del Celio nell'Epopea dell'Impero Romano, gioiose feste dei cinque giorni, i *quinquatrus*, il 21 marzo annunciavano l'arrivo della bella stagione.

E anche oggi nella rinnovata epopea romana, dagli incantevoli colli che cingono l'Urbe, si ripetono le laudi alle floride terre elaboratrici delle lussureggianti messi, al luminoso azzurro della volta celeste che al vespero si trasforma in magico manto trapuntato da luccicanti stelle.

Non sempre i fenomeni meteorologici si adattano a mutare le procellose manifestazioni a data fissa; e spesso piogge tardive irroravano le are dei tempii e irati venti sospingevano ammassi di nubi tetre, di strati compatti plumbei all'equinozio di primavera, alla entrata decisa del sole nell'emisfero boreale.

* * *

Fatti che si rinnovano senza norme fisse e da un anno all'altro la successione dei fenomeni avviene in modo apparentemente disordinato, perchè molteplici sono le cause che regolano le agitazioni dell'atmosfera. E tali contrasti appaiono più distinti, se si considerano quegli aggruppamenti trimestrali, stagioni meteorologiche, che hanno inizio e fine rispettivamente col primo e con l'ultimo giorno dei mesi estremi.

Con una certa larghezza e per indagini statistiche e scientifiche, la suddivisione anzidetta è utile, ma ai fini pratici non corrisponde affatto, perchè non si tiene conto dei numerosi fenomeni che si evolvono nell'atmosfera e che costituiscono il cosidetto stato del tempo: frequenze di piogge, annuvolamenti, temporali, venti forti, ecc., un complesso di fatti meteorologici che operano direttamente su ogni manifestazione della nostra attività. Siffatti fenomeni sono regolati da leggi del tutto diverse da quelle degli astri; e quindi non può pensarsi ad

una corrispondenza ben netta con le stagioni astronomiche.

Acquazzoni, talvolta persistenti, e luminose serenità, si avvicendano tanto ai solstizi quanto agli equinozi, e con variazioni improvvise, spostate anche di parecchi giorni, in annate assai vicine.

* * *

Le stagioni meteorologiche presentano inoltre caratteri diversi da regione a regione, specialmente se il paese considerato è molto sviluppato in latitudine o in longitudine. Così nella Penisola Italica le stagioni meteorologiche si svolgono sulle regioni settentrionali in modo diverso da quanto si verifica sulle regioni meridionali. Difatti, nelle provincie penisulari, ed in Sicilia, la primavera segna l'inizio del bel tempo: limitazione delle piogge, talvolta mancanza assoluta per più decadi, serenità intensa, e frequente. Sulle regioni settentrionali invece le piogge sono più frequenti di quelle notate nell'inverno; e anzi, nella distribuzione annuale vengono a rappresentare il massimo sul Piemonte e sulla Lombardia.

Anche sull'Emilia e sul Veneto non mancano le piogge nella primavera, ma esse nel complesso formano un totale inferiore a quanto si constata in autunno.

Quindi mutazioni continue di tempo che si diradano all'approssimarsi dell'estate. Però, dovunque, nella primavera la mite temperatura e le piogge facilitano le magnifiche fioriture, dalle varie tinte, sulle alberature erette a guisa di incantevoli festoni, e profumi delicati, deliziosi, si diffondono nella tersa atmosfera.

* * *

Di solito il transito dall'inverno alla primavera si effettua da noi nel mese di marzo; e le alternative di aria frizzante con dolci tepori, rendono molto instabili le condizioni generali del tempo, cosicchè il marzo è annoverato fra i mesi più variabili.

Ma talora le mutevoli condizioni del tempo si attardano nel ritmo regolare dei fenomeni e non è facile distinguere la causa prima di questo stato di cose, perchè sono tali e tante le mutue influenze dei diversi fenomeni meteorologici che non sempre riesce chiaro quel complesso di fattori che definiscono lo stato del tempo.

Nel linguaggio tecnico è presto trovata la colleganza dei fenomeni attuali, e difatti le distribuzioni sinottiche barometriche segnalano particolari disposizioni: ampie zone di alta pressione sulle regioni nordiche dell'Europa, basse pressioni sulle regioni centrali e livellamenti poco accentuati sulle meridionali, afflusso persistente di masse di aria continen-

tale, raffreddate per la continua irradiazione dovuta alla serenità continuata; controbilancio di masse di aria tropicale, ma poco intenso. Avvicinamento delle due diverse masse, ma in intimo connubio e quindi con profonde discontinuità fomentatrici di convulsioni atmosferiche (Tav. XXVIII).

Tutto ciò è conforme alla particolare situazione creatasi con le posizioni di quelle estese aree di alta e di bassa pressione denominate centri di azione.

* * *

Le situazioni del tempo nelle diverse parti del globo sono intimamente collegate e le perturbazioni che si manifestano in alcune regioni man mano si spostano, guidate quasi da queste zone di alta pressione, i regolatori di ogni attività meteorologica.

Le carte sinottiche che ormai si estendono a quasi tutta l'Europa, gran parte dell'Oceano e congiungono il continente americano coll'Asia, segnalano i continui spostamenti di detti centri di azione, e difatti attraverso i cosidetti nuclei di variazione barometrica, si seguono nettamente le trasformazioni delle varie perturbazioni.

Pel Mediterraneo presentano notevole importanza le aree anticiclonali delle Azzorre e del continente Russo-Asiatico, inquantochè dalla posizione che esse occupano dipende l'elaborazione di qualsiasi manifestazione meteorologica.

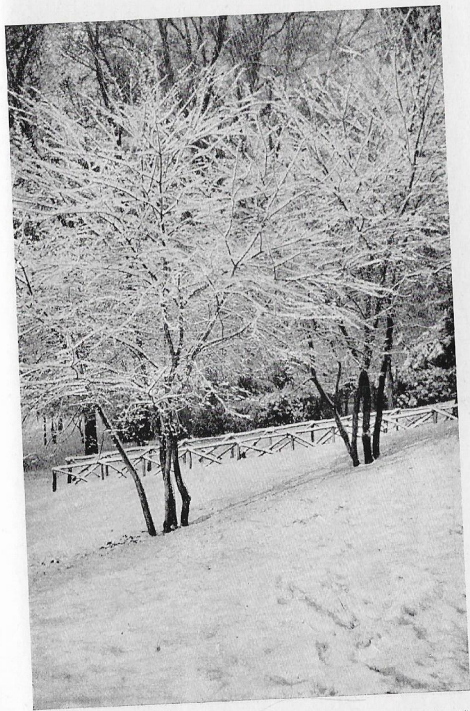
Se le alte pressioni soggiornano in tutta l'Europa settentrionale, cioè le due aree di alta pressione raggiungono elevate latitudini, le correnti del nord si dirigono verso latitudini più basse e in contrapposto correnti meridionali, generano perturbazioni senza il ristabilimento delle condizioni normali.

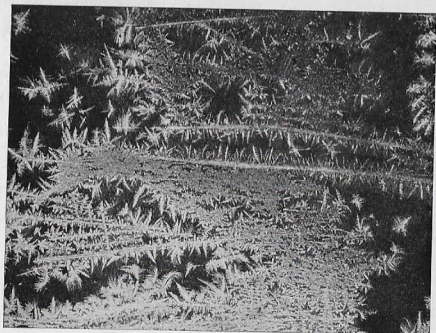
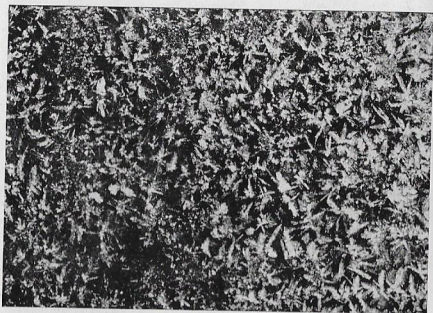
Siffatti perturbamenti sono più frequenti in corrispondenza dell'abbondanza di macchie che coprono la superficie del sole.

In prossimità del massimo di attività del sole, l'immenso campo magnetico, elettrico, acquista ed emette energie notevoli, e tuttociò dovrà ripercuotersi nelle manifestazioni che si presentano nell'atmosfera che avvolge il nostro globo.

* * *

Ben poco sappiamo della correlazione fra i fenomeni solari e i fenomeni atmosferici, poichè quanto osserviamo dalla superficie del globo, ci appare perturbato dalla diversa orografia, idrografia, dai continenti, dagli oceani, dai mari.

L'intensificata esplorazione dell'alta atmosfera fa sperare un progresso notevole sull'interpretazione dei fatti atmosferici. Già conosciamo le caratteristiche delle due grandi zone nelle quali per comodità di studio si è distinta l'intera atmosfera. La troposfera, ove la temperatura varia notevolmente con l'aumentare dell'altezza, mentre orizzontalmente è poco di-

(*Foto E. Marsili*)

TAV. XXIII. – *Nevicata e ghiacciata a Roma.*

Tav. XXIV – *Ghiacciate al suolo.*

versa, con abbondanza di vapore acqueo e venti di velocità gradatamente crescenti con la quota. La stratosfera con temperatura quasi costante alle diverse altezze è, invece, con variazioni termiche marcate da luogo a luogo e anche nello stesso posto da un giorno all'altro.

Le perturbazioni della troposfera si estendono fino a dieci chilometri di altezza, però non penetrano negli strati successivi che formano la stratosfera.

Ma anche in questi strati elevati si elaborano delle perturbazioni, perchè vi è una zona di discontinuità, intorno ai 30 gradi di latitudine, considerando una altezza ovunque di 16 chilometri: trattasi di un fronte che, in opposizione a quello polare, possiamo denominare equatoriale. Le perturbazioni sono di altra natura, senza il corteo di ammassi nuvolosi, ma non meno profonde e dotate di notevole spostamento.

Non devesi quindi ritenere la stratosfera come una zona perfettamente calma; anzi si pensa che vi sia una interdipendenza tra le perturbazioni della stratosfera e le modificazioni del tempo che si osservano negli strati dell'atmosfera più vicini al suolo. Durante il periodo della massima attività solare le perturbazioni presentano maggiori irregolarità; e forse una più particolare e continua esplorazione delle alte quote potrà perfezionare le nostre conoscenze al riguardo.

* * *

Le manifestazioni meteorologiche in grande stile interessano contemporaneamente gran parte del nostro globo; ma di esse non sappiamo l'entità nelle varie zone, perchè le stazioni meteorologiche installate nei diversi paesi non sono molte. I convegni internazionali meteorologici mirano appunto ad allargare le reti già esistenti. Ma un notevole progresso viene apportato dallo sviluppo della navigazione aerea, inquantochè le rotte aeree sempre più numerose, e specie quelle atlantiche, hanno favorito la riunione di dati meteorologici sulla grande estensione dei mari.

Allorquando i meteorologi disporranno di notizie relative alle diverse parti del globo e dell'alta atmosfera, sapranno meglio seguire le variazioni del tempo e preannunziare le diverse trasformazioni e forse anche a lunga scadenza.

La magnifica colleganza di tutti i meteorologi delle più diverse nazionalità, nello studio dei fenomeni atmosferici, è di sicura fiducia nella risoluzione dell'annoso problema della prognosi del tempo.

* * *

Nei secoli decorsi gli auguri si portavano sui luoghi elevati per osservare meglio i segni celesti su larghi orizzonti. Oggi i meteorologi spaziano su

orizzonti molto ampi, poichè la divinazione di Marconi consente di ricevere rapidamente le osservazioni eseguite nelle diverse stazioni del globo. Molti progressi con siffatto mezzo sono stati conseguiti: ma l'orizzonte ancora è limitato alla bassa atmosfera.

I fenomeni che si elaborano negli strati superiori ancora ci sfuggono nelle singole manifestazioni; ma non sarà lontana la penetrazione dell'occhio vigile dello studioso anche negli strati inaccessibili.

LE SABBIE E LE PIOGGE COLORATE

Nei mesi di marzo e di aprile, e più raramente in maggio, il limpido azzurro delle giornate assolate, talvolta si intorbida: nelle ore meridiane impallidisce con tinte volgenti al bianco lattiginoso e nel pomeriggio inoltrato subentrano colorazioni gialle rosee che si allargano verso l'orizzonte. Man mano quasi tutto l'occaso è rosso vivace: e fin quasi allo zenit il cielo rosseggia come riflessi di incendi e di fuochi provenienti da lontane e misteriose regioni verso le quali si muove Febo con il suo aureo cocchio.

Sul mattino gli oggetti all'aperto appaiono, in tali giorni, impolverati: dei grani fini, impalpabili, giallastri, si ammucchiano nei posti arcati e fanno risaltare le pieghettature delle tende e dei drappi.

Trattasi di minutissime polveri sollevate dai venti su lontane regioni, e trasportate alle nostre latitudini dalle correnti degli alti strati. Di giorno esse rimangono sospese nell'atmosfera, sorrette dalle correnti discendenti, più marcate nelle ore meridiane e generano glorie di luci fantastiche sui monti, sui velivoli che sorvolano le alte quote. Sul tardi, al tramonto, lentamente discendono, frapponendosi al percorso rettilineo dei raggi solari, fomentano meravigliose gamme di colorazioni dal bianco-pallido al giallo-oro e al rosso di fornace.

Le maglie della suggestiva rete del fogliame degli abeti, dei pini, appaiono cesellate da chiazze di roselline selvatiche con la vivacità delle luci di immensi focolai attivi.

Se nel contempo l'atmosfera ha del vapore d'acqua diffuso in notevole quantità, nella notte per la diminuzione della temperatura, parte di esso può condensarsi e le polveri allora raggiungono il suolo associate a goccioline d'acqua, e tutto si tinge di una colorazione chiara giallastra.

Lasciando all'aperto una superficie piatta, spesso al mattino in questi mesi primaverili, si trova della sabbia finissima, giallastra, e bastano pochi soffi perchè essa si sollevi formando nubi polverose con vigorose volute, per sparpagliarsi successivamente in minutissimi grani.

* * *

La provenienza di queste sabbie per molti anni, fu avvolta nel mistero; e le più spigliate fantasie le attribuivano a fenomeni cosmici e quindi non appartenenti al nostro globo. Nell'occasione della caduta della meteora condrite carboniosa di Orgueil, il Daubrée sostenne l'ipotesi che le meteoriti potevano disgregarsi e precipitare sul globo sotto forma di polveri di estrema tenuità. La frammentazione della meteora, dipendeva dallo scoppio della relativa massa di notevole velocità contro aria fortemente compressa. La luminosità, dovuta al calore prodottosi, provocava dilatazioni irregolari, generando particelle ignee che si diffondevano nelle ore notturne come scintille di magiche combustioni.

Phipson provò per la prima volta la presenza del ferro nell'aria; egli espose al libero cielo delle placche di vetro spalmate di glicerina e fra le sostanze trovate aderenti risaltarono corpuscoli che davano reazioni chimiche identiche a quelle del ferro.

Nordenskiöld esaminando le sostanze pulverulenti raccolte sia a Stoccolma, nell'occasione di una abbondante caduta di neve, sia sulle regioni solitarie del mare di ghiaccio dell'interno della Groenlandia, sia nelle foreste della Finlandia, vi trovò sempre del ferro, del nichel, del cobalto e frammenti di diatomee.

Comunque venne affermata la esistenza di polvere cosmica, che cadeva continuamente e impercettibilmente; e questo edificio di origine cosmica riposava sulla presenza di ferro nella maggior parte dei campioni esaminati.

Non mancarono però dei casi di precipitazioni di polveri con detriti vegetali, o di lichenei, o di spore, o frammenti di insetti; i quali con precipitazioni acquee, davano delle piogge di colore diverso, dal nero di inchiostro al rosso vivace. Questi fatti non corroborarono la ipotesi di un'origine del tutto cosmica, e andò affermandosi invece un più intimo legame con fenomeni terrestri.

Von Lasaulx apportò un valido contributo a questa nuova interpretazione, poichè dall'analisi di parecchi esemplari risultarono del quarzo e della mica, corpi che mai si erano riscontrati nei meteoriti. Molte indagini furono compiute su campioni di polveri provenienti da zone attorno a Catania e raccolte dal Silvestri; e mentre alcune risultarono di origine vulcanica, altre invece presentavano dei corpi diversi con prevalenza di silice, di argilla, e talvolta di sostanze organiche.

* * *

Non v'è dubbio che delle polveri possono trovarsi nell'atmosfera lanciate dai vulcani nelle fasi di parossismo: e nelle città attorno il Vesuvio e attorno

l'Etna, il fenomeno è frequente. Ceneri vulcaniche furono riscontrate anche sull'Europa Settentrionale provenienti dai vulcani dell'Islanda. Verso la metà del secolo scorso, su gran parte dell'Europa, per quattro mesi successivi, perdurò una nebbia secca, a guisa di spessa caligine: le spigliate fantasie, dapprima attribuirono il fatto al passaggio della terra attraverso la coda di una gigantesca cometa; ma ben presto fu provata la corrispondenza con fenomeni vulcanici sull'Islanda.

Polveri possono anche provenire da colossali incendi, tali da diffondere nell'aria ceneri, residui delle combustioni, che trascinati dalle correnti aeree lontano dall'origine, allorchè giungono al suolo commiste a condensazioni di vapore acqueo, producono piogge nere, come si verificò anni or sono nel Canadà, a Montreal, e in Francia non molto distante dal Distretto di Parigi.

Ma oltre a queste piogge colorate ve ne sono altre a carattere periodico, che si ripetono quasi annualmente con intensità e frequenza diverse.

Le piogge giallastre si osservano su quasi tutta la penisola e talvolta le correnti aeree le trasportano oltre le Alpi, sulla Svizzera, sulla Francia, sulla Germania, e più di rado sul Baltico.

L'anno scorso più volte si rinnovò il fenomeno, e con notevoli estensioni. Anche a quote di 1500 e 2000 metri, l'immissione di polvere talvolta è note-

vole e alcuni piloti della linea Marsiglia-Genova, hanno veduto i bordi di attacco delle ali e di impennaggio cosparsi di bionda sabbia.

* * *

Queste polveri giallo-cammello, sono di origine Sahariana, e come illustrarono largamente Tacchini e Riccò, trovano l'origine nelle profonde depressioni barometriche elaboratesi dapprima ai bordi del continente africano e di poi, seguendo rotte da scirocco a libeccio, trasportatesi sui mari italiani, e al contemporaneo soggiorno di elevate pressioni sul Sahara. Il forte gradiente barometrico provoca sulle larghe zone desertiche, forti venti che sollevano materiali friabili, la sabbia minuta, dovuta alla triturazione esplicata dagli agenti atmosferici sui materiali solidi. Le correnti elevate trascinano queste sabbie su estese zone e vengono segnalate dal particolare aspetto degli strati inferiori sui quali si erge il padiglione biancastro del cielo.

Gran parte di esse cadono, come fu detto, nella notte, ma altre, le più minute, rimangono nell'aria; e ad esse si debbono le colorazioni vivaci dal rosso porpora al rosso del nucleo di mattoni, o del porfido rosso cupo, che spesso predominano al tramonto, durante i mesi primaverili, formando una fantastica decorazione di grandiosa armonia, da far risaltare

la raffinata bellezza del fascino della rinata Roma imperiale.

Il continente africano è quindi un centro di dispersione di sedimenti friabili sollevati e trasportati dalle correnti aeree della grande circolazione atmosferica (Tav. XXIX). Dalle latitudini di circa venti gradi nord al largo Ciad, la frequenza delle polveri diffuse nell'atmosfera è notevole; e ad esse si debbono le brillanti colorazioni del cielo in tinte vivaci, nette, senza fasi di indebolimento e che a sera arrossano gli impareggiabili panorami (Tav. XXX e XXXI).

E specie le alture risaltano sul chiaro celeste con le cime illuminate dai raggi obliqui del sole a guisa di radiosi fari prossimi a spegnersi.

* * *

Le polveri diffuse nell'atmosfera mediterranea, impediscono la condensazione del vapore acqueo in notevole quantità, cosicchè se le masse di aria si presentano in condizioni di instabilità, esse non si evolvono in maniera tale da avviare la formazione di perturbazioni temporalesche. Difatti, quasi dovunque, sul Mediterraneo, i temporali primaverili sono rari; e le piogge cadono uniformi, senza irruenza, come un pregevole alimento alla feracità dei terreni arati, alla prosperità delle messi, al rigoglio della vegetazione arborea.

Nell'intensificazione del nuovo ciclo delle coltivazioni agricole, la bellezza e la grandiosità della natura è adorna di grandiosi festoni, di leggiadre decorazioni che la radiazione solare genera, attraversando le minuscole particelle rimaste sospese nell'immensa volta celeste.

LA PREVISIONE DEL TEMPO A LUNGA SCADENZA

All'inizio di una nuova stagione, specie nell'inverno e nell'estate, viene quasi naturale di conoscere con anticipo l'andamento generale del tempo che si verificherà nei giorni successivi.

Nell'approssimarsi dell'inverno le richieste sono più pressanti; poichè la rigidità della temperatura e la poco serenità sono causa di una serie di provvidenze che influenzano l'economia generale. È evidente che le giornate assolate d'inverno destano grande attrattiva con i cieli limpidi, azzurri, con le fantasmagorie delle tinte vivaci, con i tramonti dorati e con la scintillazione serotina delle miriadi di mondi siderali. Mentre le giornate invernali piovose, nebbiose, nuvolose, sono più temute e la vita è più intensa nei focolai domestici, ove si irradiano armonie sane e sentimenti famigliari.

Si sopportano mal volentieri le giornate uggiose, ma ci si adatta nella speranza che esse apportino

larghi manti nevosi dalle montagne alle colline, ai pianori. La persistente coltre, soffice bambagia, che imbianca i rilievi montuosi, dai nitidi profili su orizzonti trasparenti, costituisce una magica attrattiva per tuffarsi nelle gelide ondulazioni tempestate da cristallini sconvolti dalla radiazione meridiana.

Giustificate quindi le richieste rivolte agli studiosi del tempo, specie quando impera la variabilità. Invece nelle giornate assolate, nessuno pensa alla stagione invernale: il tempo bello, sereno, fuga il ricordo delle perturbazioni atmosferiche.

Ma se i deliziosi paesaggi e le fresche aurore si diradano, se i tramonti si chiudono con dense stratificazioni di nubi, se la bruma mattinale attarda a dissolversi, allora viene da domandarsi quali modificazioni si elaborano per la prossima stagione.

I meteorologi, auguri moderni, sono consultati, poichè essi sanno interpretare le diverse segnalazioni che precedono i fenomeni atmosferici. Ogni perturbazione, ogni burrasca, ogni sconvolgimento atmosferico, deve considerarsi come una sintesi di tante manifestazioni apparentemente isolate, ma invece collegate tutte da un'intima armonia.

* * *

Alcuni ritengono che le previsioni a lunga scadenza trovino fondamento nelle indagini condotte sulla corrente del Golfo, largo fiume tiepido della

portata di circa 33 milioni di metri cubi, che prende origine dalla grande corrente equatoriale dell'emisfero sud, rinforzata dagli afflussi provenienti dal mare dei Sargassi e che attraverso gli isolotti che contornano la Florida penetra nell'Atlantico, dirigendosi verso l'Europa.

Non di rado a questa grande corrente marina vengono attribuiti spostamenti con aumento o diminuzione della temperatura, specialmente quando i ghiacciai nordici si portano in grande quantità a latitudini più basse, in modo da convogliarsi nella corrente del Labrador. Allora le varie azioni del deflusso delle acque tiepide della corrente del Golfo, possono risultare notevoli e tali da modificare sensibilmente la distribuzione della temperatura sugli oceani.

Però non è sempre facile delimitare i nuovi orientamenti, perchè le relative indicazioni termiche esigono ricerche e numerose osservazioni di lunga durata.

* * *

Anni or sono C. F. Brooks, esaminando la temperatura dell'Oceano, dedusse che se fosse possibile prevedere la distribuzione della temperatura alla superficie dell'acqua, alcune settimane prima sarebbe possibile tracciare le rotte delle depressioni barometriche, cioè di quelle convulsioni atmosferiche che

coprono i cieli di densi nuvoloni e la permanenza delle aree di alte pressioni barometriche apportatrici di bel tempo.

Sandström, al recente ritorno da una spedizione, preannunciò per il 1939 un inverno più freddo dell'anno scorso sulle regioni settentrionali, perchè la temperatura superficiale della corrente del Golfo si è già abbassata di un grado.

Altri studiosi preannunciarono, invece, inverno mite sull'Europa centrale, perchè la temperatura della detta corrente è più elevata.

I due diversi caratteri riscontrati nella temperatura della corrente del Golfo, non sono contradittori, poichè, sicuramente, si riferiscono a determinazioni compiute in diverse parti della corrente. Per una massa di acqua così immensa, occorrono molte misure, che richiedono parecchio tempo prima di definire il carattere termico zonale della corrente, poichè pur essendo tiepida la massa di acqua trasportata risente la vicinanza di correnti ghiacciate o di estesi rilievi costieri.

Si comprende quindi come si ricorra spesso alla corrente del Golfo per diffondere previsioni del tempo a lunga scadenza.

***

Ma a parte ciò, l'origine della diversa temperatura del mare non ha trovato una spiegazione universalmente accettata.

Difatti, mentre Brooks la collega a variazioni della radiazione solare, altri fanno intervenire l'afflusso dei ghiacciai nordici verso latitudini più basse; mentre Helland Hansen e Nansen la attribuiscono al diverso predominio delle correnti generate dalle mutevoli posizioni assunte dai cosidetti centri di azione, cioè dalle zone di alta o di bassa pressione, dotate di continui spostamenti.

Così se l'anticiclone atlantico si estende maggiormente sull'Europa Settentrionale, predomineranno venti nordici freddi d'inverno, caldi nell'estate, mentre se l'anticiclone occupa l'Europa centrale si ha un andamento opposto.

Dalle recenti ricerche di H. Clayton, condotte sulle osservazioni relative a 200 stazioni sparse nel mondo, risulta in modo inequivocabile che durante il massimo delle macchie solari la pressione barometrica è in marcato aumento sulle latitudini medie, sugli Oceani, mentre in corrispondenza al minimo delle macchie solari, la pressione è in distinta diminuzione sulle zone tropicali e sugli Oceani. E inoltre, le aree di pressione elevata degli Oceani accusano spostamenti verso NW più o meno pronunciati a seconda della intensità del massimo delle macchie solari.

Come conseguenza risulta uno spostamento verso latitudini più basse della zona di discontinuità, sui margini della quale si elaborano le perturbazioni

atmosferiche per l'immediata vicinanza di masse di aria fredda o di aria calda che vi giungono sotto diversa inclinazione.

Sembra anzi che le invasioni di masse di aria calda verso latitudini elevate, si rinnovino con una certa periodicità collegata al noto periodo di Saros (18 anni e 11 giorni), periodo che riconduce il sole, la terra e la luna alle medesime posizioni rispettive.

Ossia le masse di aria calda provenienti dai tropici, presentano da un anno all'altro spostamenti verso latitudini più elevate, venendo più immediatamente a contatto con le masse di aria fredda nordica, e di conseguenza le perturbazioni atmosferiche si spostano maggiormente verso nord.

Le mutazioni del tempo sono rapide e non sempre ben determinabili nelle successive modificazioni, e quindi non possiamo assicurare l'evoluzione dei fenomeni meteorologici entro un ciclo di pochi giorni e meno ancora di settimane, però nell'insieme possono tracciarsi le linee generali, tenuto conto dell'andamento verificatosi nelle annate vicine.

* * *

Altri studiosi vogliono trovare correlazioni con la maggiore frequenza delle cosidette nubi di ghiaccio, con goccioline soprafuse e ghiaccioli.

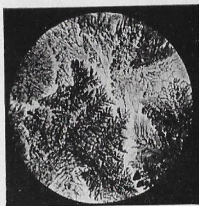
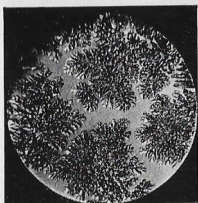
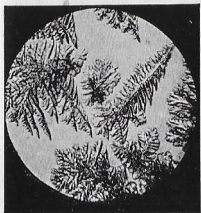
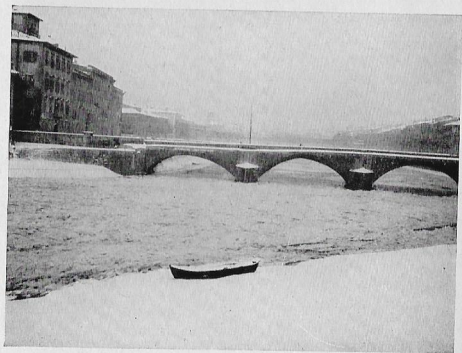
Non solo i cirri e i cirrostrati, nubi filamentose

delle quote elevate, sono composte di cristallini di ghiaccio, ma anche le nubi denominate alti strati, e specie i nembi stratificati in grande sviluppo, tanto verticale quanto orizzontale.

Nuove ricerche hanno dimostrato che ogni precipitazione rilevante può avvenire solo se essa sia preceduta da formazioni di nubi di ghiaccio, secondo Bergeron.

Ciascuna pioggia, eccettuate le pioggerelle a gocce piccolissime, deriva dalla fusione di ghiaccioli. Le precipitazioni invernali ed estive hanno la medesima origine: solo che in inverno le particelle di ghiaccio non si fondono.

Le nubi di ghiaccio operano efficacemente per la formazione delle precipitazioni, mentre quelle di acqua sono di secondaria importanza.

Il contenuto in nuclei di una massa d'aria a causa dell'influenza delle condizioni atmosferiche e dell'apporto di nuovi nuclei dal suolo, è soggetto a rapidi e notevoli cambiamenti. Il contenuto in nuclei sta in relazione piuttosto con le vicende delle masse stesse a seconda della provenienza originaria. Anche i grandi contrasti, come ha recentemente illustrato Findeisen nei suoi brillanti contributi, fra aria puramente marittima e aria puramente continentale, che risultano dalla diversa generazione dei nuclei sul mare e sulla terra ferma, possono sparire in pochi giorni.

TAV. XXV – *Microfotografie del ghiaccio.*

TAV. XXVI – Sopra : *L'Etna ammantata di neve.* - Sotto : *Nevicata e ghiacciata a Pisa.*

A seconda delle condizioni del tempo, lo scambio di masse e quindi anche il trasporto di nuclei dal suolo alle alte quote povere di nuclei è differente. Lo scambio è tanto maggiore quanto minore è la stabilità termodinamica della stratificazione dell'aria. Con strati poco stabili, si formano facilmente correnti di convezione che facilitano grandemente lo scambio.

Nel tempo bello, anticiclonico, le correnti d'aria essendo dirette verso il basso trasportano masse di aria povere di nuclei dagli strati superiori. Durante il tempo cattivo, con tempeste e intense formazioni nuvolose, si ha forte trasporto verticale sia per l'attivo movimento convettivo, sia per la forte diminuzione verticale della quantità di nuclei in quota a causa della condensazione.

* * *

I nuclei di sublimazione esplicano un'azione decisiva sulla formazione delle precipitazioni, e questa constatazione è di somma importanza poichè fino ad oggi si ammetteva, che la condensazione potesse verificarsi soltanto nei nuclei di condensazione, particelle minuscole di sali sospese nell'atmosfera.

Quest'ultimi si trovano sempre nell'atmosfera e in quantità sufficienti per dare luogo a formazioni di nubi; mentre la qualità e il numero dei nuclei di

sublimazione, sono soggetti ad oscillazioni ancora non bene determinate.

Si deve quindi attribuire al diverso contenuto in nuclei di sublimazione, il fatto che con uguali condizioni termodinamiche alcune nubi producono precipitazioni ed altre non dànno che pochissima acqua; e che cicloni molto profondi apportano poca precipitazione, mentre altri meno profondi producono abbondanti piogge.

Le minutissime particelle solide sollevate dai turbini più violenti, da venti tempestosi, sulle zone con materiali friabili, raggiunte le alte quote e forse associate a particelle di dimensioni ancora più piccole provenienti dagli spazi planetari, condensando il vapore acqueo dell'atmosfera, sono adunque gli agenti principali delle perturbazioni atmosferiche.

Se alle polveri cosmiche attribuiamo una frequenza più vistosa e più variabile durante il massimo delle macchie solari, potremo ben collegare le attuali mutazioni, non comuni del tempo, alla diversa attività della fotosfera, della cromosfera e della corona solare.

* * *

La causa motrice di siffatti spostamenti risiede nella radiazione del sole soggetta a continue oscillazioni.

Si sa che una corda di violino vibra nello stesso

tempo in una nota fondamentale con molte armoniche, cioè accompagnata da altri suoni di altezza maggiore e le di cui vibrazioni stanno in rapporto semplice e costante con la nota fondamentale.

Così pensa Abbot, la radiazione solare sembra che si comporti in modo analogo: la grande sfera di gas caldi compressi, il Sole, ha una vibrazione fondamentale e molte armoniche come le hanno le corde del violino.

Le vibrazioni fondamentali della radiazione solare sembra che sia il ciclo di 23 anni, ma nel contempo si hanno vibrazioni, a guisa di armoniche, le quali operando in modo diverso fanno sì che la ripetizione del ciclo fondamentale non si verifichi con regolarità e si constatano degli spostamenti di fase ancora non bene precisati. E soltanto attraverso una perfetta conoscenza di queste armoniche, si potrà prevedere la periodicità della radiazione solare, cioè della principale regolatrice di tutti i fenomeni meteorologici.

Può quindi affermarsi che la previsione del tempo a lunga distanza, debba tenere in gran conto, come importante fattore la radiazione solare.

La vita terrena, nelle sue varie esplicazioni, risente le pulsazioni e i ritmi dell'immensa e ricca sorgente solare di energie ancora completamente sconosciute e non largamente utilizzate pel benessere della umanità.

LA LUNA NELLE IMMAGINOSE FIGURAZIONI

Nel periodo della superstizione e dell'ignoranza, questo astro che illumina il firmamento nelle notti stellate e che scivola calma tra gli ammassi nuvolosi, apparendo a tratti candida negli interstizi, dovunque ha destato le più sbrigliate fantasie.

La luna presenta aspetti diversi, specie quando si osserva al sorgere: si distinguono macchie oscure di dimensioni varie e mutevoli, tra le chiazze di diversi gradi di splendore.

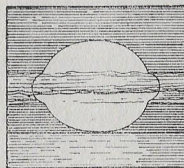
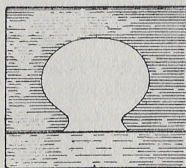
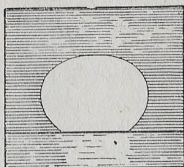
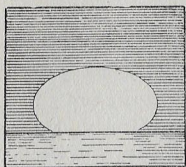
Quanti domandano alla chiarezza, alla limpidezza di tali visioni, l'assistenza alle deliziose immaginazioni durante la vita operosa!

Queste macchie a molti mostrano simiglianza di facce umane, viste di profilo, e in tempi remoti secondo alcuni esse dipendevano dalle riflessioni della diversa topografia della superficie della terra, potendosi paragonare il corpo della luna ad uno specchio.

Piccolomini, nella sua filosofia naturale, combattè tali idee, perchè le macchie si presentavano le medesime da qualsiasi luogo di osservazione; e invece le attribuì alla diversa densità del corpo lunare potendosi supporre di più in alcune parti e di meno in altre.

Le macchie centrali, presentano maggiore rilievo e ad occhio nudo sembra distinguere due teste di profilo l'una di fronte all'altra come se si baciassero.

* * *

Questa suggestiva visione fu intravvista per la prima volta, in uno splendido plenilunio di agosto del 1880, dal poeta triestino Filippo Zamboni, il quale ne rimase estremamente colpito come d'una mera-

Deformazioni delle immagini della Luna al sorgere.

vigliosa apparizione celeste. Egli era allora a Capodimonte, in compagnia della sua donna, una bionda tedesca che amò appassionatamente per trent'anni; e poichè la visione gli apparve in uno di quegli istanti di felicità suprema in cui si trasforma e si

abbellisce, ai nostri occhi, l'aspetto delle cose che ci circondano, e le illusioni dei sensi divengono facili e verosimili; e poichè inoltre, alcune circostanze sopraggiunsero a distrarlo, nè, in seguito, durante i pleniluni, gli venne fatto di ritrovare sul disco lunare l'immagine che lo aveva colpito a Capodimonte; così egli si convinse essersi trattato di un errore dei sensi, di una visione beata del pensiero, e non vi diede molta importanza.

Non gli fu possibile però dimenticarla, e molti anni dopo, dovendo parlare nel suo dramma « Sotto i Flavi » del culto della Luna fra i Galli, si sovvenne del quadro lunare balenato una volta ai suoi occhi, e durò non poca fatica a ricostruirlo nella memoria. Infine, la visione gli si manifestò ancora e questa volta molto ben definita e chiara, sicchè il poeta finì per interessarsene vivamente e ne fece grande propaganda, compiacendosi, per tutta la sua vita, di questa scoperta che lusingava il suo spirito di appassionato amatore della scienza dei cieli, e gli procurava l'ammirazione degli astronomi, molti dei quali ebbe compagni e guide nel suo grande bisogno di investigare la bellezza dei cieli e l'armonia delle sfere.

Con la cooperazione di artisti e dopo una serie di tentativi mal riusciti, lo Zamboni realizzò nel 1887, la sua scoperta col suo disegno edito dal Lowy.

* * *

Le cromotipie uscirono in un'edizione di 2000 copie, coi versi Zamboniani dei Flavi in italiano e tradotti in francese, inglese e tedesco: parvero grandi novità, divennero ben presto popolari, e dappertutto, nelle serate plenilunari, molte persone diressero il binocolo verso la Luna, alla ricerca degli amanti siderici.

Nel suo libro che si intitola *Pandemonio*, lo Zamboni dice che non occorre, per ottenere la visione, far uso di un cannocchiale astronomico che capovolgerebbe l'immagine e dissolverebbe le macchie in un bucherato di cratere; basta l'aiuto di un semplice binocolo o, chi sia miope, di un cannocchiale di campagna, perchè l'osservatore scorga, senza molto lavorìo di fantasia, nel mezzo disco a destra, il profilo della testa dell'uomo riccamente chiomata, il collo, e parte del petto su cui brilla una lucentissima stella. Il profilo femmineo, un po' inclinato, occupa l'altra metà del disco lunare e lascia scorgere l'occhio, la guancia, e un filo di labbri accostati ai labbri dell'uomo. Le due teste assumono atteggiamenti visibilmente diversi secondo la stagione, le fasi lunari, l'altitudine del luogo e l'ora d'osservazione.

I pleniluni in cui la visione si discerne meglio sono gli estivi e principalmente quello di agosto in cui

l'atteggiamento delle due teste è al sommo grado artistico, poichè si intravvede abbastanza l'atto del dare e ricevere il bacio; i meno propizi, gli invernali.

L'ora più indicata è quando la Luna sorge, molto dilatata sull'orizzonte, o allorchè, nei mesi in cui il disco si fa intero di giorno e in questo caso il disegno si presenta sfumato e stupendo. Le due sembianze sono perfette nel giorno del plenilunio in cui la Luna è completa; ma vi si scorgono anche, alquanto imperfette, tre giorni prima e tre giorni dopo il plenilunio, mentre negli altri periodi vi è sempre qualche novità sulle macchie, le quali si rilevano diversamente da notte a notte, e talvolta scompaiono.

* * *

Gli astronomi accolsero favorevolmente la scoperta Zamboniana: e il Flammarion, osservando la Luna, non potè trattenersi dall'esclamare: « C'est vrai! c'est vrai! », mentre l'astronomo Cerulli scriveva al poeta « non potrò mai abbastanza dolermi dall'avere, fino a un mese fa, ignorato questa meraviglia ».

All'Osservatorio del Collegio Romano, Tacchini e i suoi assistenti particolare attenzione posero nel disegnare la luna veduta con un piccolo binocolo.

Tuttavia ci sembra opportuno notare come non sia cosa molto facile scorgere sul disco lunare il qua-

dro Zamboniano con quella nitidezza e precisione di contorni con cui il poeta ce lo presenta. Siccome trattasi di illusione ottica che è funzione dell'acuità visiva dell'occhio umano le persone di debole acuità visiva, oppure di acuità eccezionale, non possono vedere l'illusione ottica, perchè i primi mal separando, i secondi troppo separando, non si trovano nella condizione di una separazione d'immagini necessaria affinchè intervenga la illusione ottica. In generale, per vedere il « bacio della luna » necessita un'acuità visiva media; coloro invece che hanno acuità visiva debole raggiungono l'intento con un debolissimo cannocchiale da teatro (Tav. XXXII).

* * *

Ogni qualvolta l'andamento meteorologico della stagione si allontana dal normale con irregolari mutamenti del tempo, con improvvise oscillazioni della temperatura, non pochi pensano alle fasi lunari.

Sin dalle epoche remote la periodicità delle anomalie meteorologiche fu generalmente ammessa come forma di credenza e i ritorni regolari venivano collegati ai cicli dei fenomeni astronomici, dando influenza preponderante al satellite della Terra.

L'astrologia e le scienze occulte, trovarono nel bianco astro notturno la base delle più larghe interpretazioni, ritenendo che la chiave regolatrice dei

mutamenti del tempo risieda sui movimenti degli astri, sui quali gli astronomi erano pervenuti a previsioni di assoluta certezza.

L'influenza delle fasi lunari sui fenomeni meteorologici assunse carattere di ricerca, allorchè venne ben definita l'azione attrattiva che la luna esplica sull'acqua, col periodico innalzamento e sollevamento del livello dei mari. Era evidente che si pensasse a qualcosa di analogo per l'atmosfera, e cioè che anche nel fluido gassoso che avvolge il globo dovesse verificarsi una periodica oscillazione in corrispondenza alle varie fasi lunari; ma nessuna conferma diedero le misure del peso dell'atmosfera eseguite col barometro, le più adatte a indicare l'eventuale flusso e riflusso dell'atmosfera.

Non poche indagini furono rivolte sull'influenza delle fasi lunari; e gli elementi meteorologici preferiti furono la frequenza, la quantità della pioggia, la direzione dei venti, la serenità, la frequenza dei temporali, delle burrasche, dei periodi di perturbazione.

Ma la questione rimase sempre dubbia a causa del poco accordo e talvolta della completa inversione che si manifestava, trattando separatamente periodi indipendenti l'uno dall'altro.

Il primo studio organico sull'influenza delle fasi lunari si deve a Toaldo dell'Università di Padova, che nel 1770 a mezzo di 27 aforismi illustrò un pe-

riodo di 18-19 anni nei fenomeni meteorologici. Le deduzioni di Toaldo trovarono larga diffusione e lo applicano tutt'oggi i compilatori degli almanacchi, dei barbanera, per preannunziare l'andamento stagionale dell'annata successiva. Normalmente si ripetono per un'annata i fenomeni notati 18 anni prima e si intercalano fatti o avvenimenti politici o sociali, senza però precisazioni con qualche fenomeno tellurico.

Molti ricorderanno le previsioni che Mathieu de la Drôme, per parecchio tempo diffuse nel mondo, basandosi esclusivamente sulle influenze lunari, generando illusioni che ben presto si smorzarono nel più profondo pessimismo.

* * *

I proverbi lunari provvedono anch'essi alle previsioni del tempo, ma siccome essi sono validi in tutti i mesi e in tutti i cieli, possono ancora sussistere.

Si ricordano spesso le cosidette leggi enunciate dal Maresciallo Bugeand e che si vuole provengano da un manoscritto trovato in un convento spagnolo durante la guerra napoleonica.

Ma l'insieme di tali norme risentono molto delle deduzioni del Toaldo; e quindi è molto probabile che il manoscritto trovato, sia una copia più o meno fedele dei risultati ottenuti da Toaldo.

Larghe verifiche condotte su osservazioni estese a molte annate hanno dato risultati contradittori, però nell'insieme non mettono in evidenza, l'influenza delle fasi lunari sull'andamento dei fenomeni meteorologici.

Recenti contributi invece segnalano l'influenza lunare sui fenomeni meteorologici, ma non conducono a delle norme semplici da potersi applicare praticamente per predire le vicende atmosferiche.

Questa soluzione dubbia non ha soddisfatto la numerosa schiera dei credenti nella Dea Selene di argenteo splendore e il pregiudizio rimane tuttora ben radicato, specialmente fra agricoltori.

* * *

Come giustamente osserva il Rouch, il pregiudizio sull'influenza lunare nei fenomeni meteorologici, può avere avuto origine dalla maniera con cui i popoli primitivi apprezzavano gl'intervalli di tempo, maniera dalla quale ci siamo completamente liberati.

Le lunazioni e i quarti di una lunazione erano delle unità di tempo alle quali era comodo riferire gli avvenimenti che avevano durata maggiore di un giorno e minore di un mese. Era naturale dire: è piovuto durante il tale quarto della luna e speriamo che la prossima lunazione ci porti bel tempo. E allorchè si pensava che il cattivo tempo poteva durare diversi giorni, si diceva naturalmente che sarebbe

durato sino alla fine della luna. Si è finito quindi col prendere questo linguaggio alla lettera e col vedere nelle lunazioni stesse la causa dei fenomeni. Se per una ragione qualsiasi si fosse cominciato a contare il tempo per decadi, probabilmente al periodo di dieci giorni si sarebbero addossate le responsabilità meteorologiche.

I pregiudizi o le superstizioni non si distruggono senza mettere nulla al loro posto, e quindi si finirà di credere alle influenze lunari, fino a che la meteorologia darà regole di previsione del tempo a lunga scadenza, che corrispondono pienamente alla realtà.

* * *

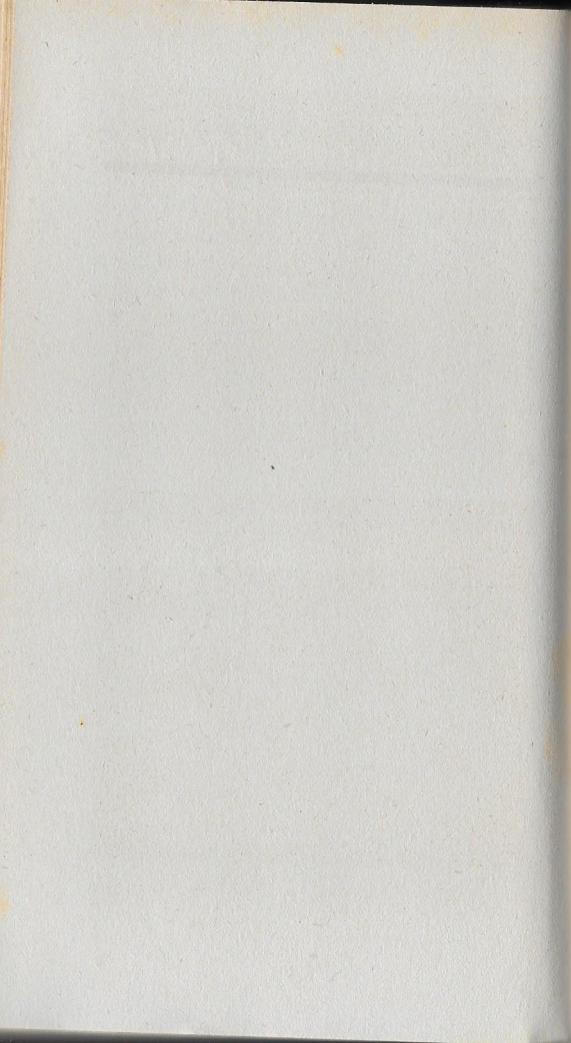
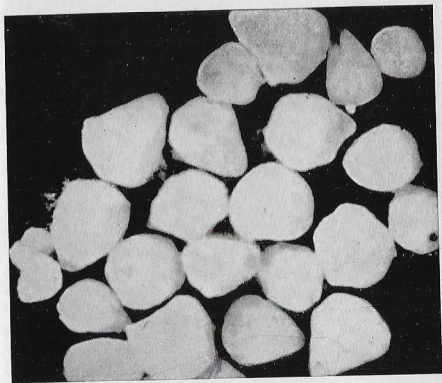
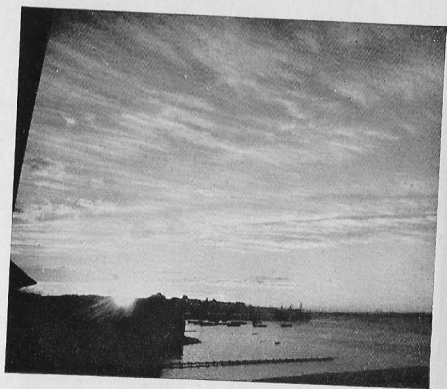
Difficilmente si giungerà a un risultato concreto e decisivo, perchè le modificazioni che la luna potrà apportare sui fenomeni del tempo sono affatto secondarie e si perdono nelle grandi oscillazioni prodotte dagli influssi diretti e indiretti del sole. Qualche volta l'azione lunare può prevalere sulle altre influenze ma non sappiamo, almeno finora, come isolare questo caso dagli altri innumerevoli ove non si verifica affatto siffatta condizione.

Le profezie del tempo fondate sull'influenza lunare sono ormai troppo radicate, e sebbene si sia portati a segnare soltanto i fattori perfettamente consoni alle proprie idee, e lasciare passare inavvertiti

tutti quelli che non concordano con la propria opinione, molti non rinunceranno alla silenziosa luna.

Il lucido e cavernoso satellite continuerà la sua peregrinazione nel cielo; e con la pallida luce, variabile a seconda delle fasi, rischiarerà i suggestivi paesaggi della superficie terrestre e farà sempre fluire le più immaginose fantasie.

CAPITOLO SETTIMO

ARIA DELLE CITTÀ

Tav. XXVII – Sopra: *Grandinata avvenuta nelle ore pomeridiane sulla strada di Gimma-Addis Abeba a circa 50 km. da Gimma il 16 maggio 1937-XVII.* – Sotto: *Grandine caduta a Washington il 29 aprile 1938 (grandezza effettiva un quarto di tallero).*

Tav. XXVIII - *Albori di primavera.*

LE POLVERI NEI BASSI STRATI DELL'ATMOSFERA

L'orientazione, l'altezza dei fabbricati, la larghezza delle vie, sono elementi fondamentali che gli urbanisti curano particolarmente; ma spesso le buone condizioni climatiche subiscono alterazioni, a prima vista, di poca importanza, ma invece praticamente nocive.

Trattasi delle minutissime particelle di pulviscolo, detriti vegetali e minerali che, particolarmente nei mesi più freddi dell'anno, si accumulano nell'atmosfera e che giornalmente vengono alimentati dall'accresciuto funzionamento dei focolari domestici con cattive combustioni.

* * *

In alcune località, i vapori nerastri, ricchi di particelle di carbone, formano come una volta semiopaca da arrestare la propagazione di raggi ultravioletti indispensabili alla prima infanzia.

I prodotti delle combustioni dei focolari, composti di gas, di vapori tossici (anidride solforica e solforosa), di particelle solide e liquide, formano un miscuglio nocivo all'organismo e apportano alterazioni ai materiali degli edifizi.

Gli stabilimenti industriali ne producono in misura rilevante, e specialmente dove si impiega dell'olio, perchè trattasi di un combustibile eterogeneo e i cui costituenti bruciano in modo diverso; invece il gas illuminante e il çoke, prodotti dalla distillazione del carbone fossile, si trovano nelle migliori condizioni per bruciare quasi completamente.

L'abbondanza del pulviscolo atmosferico può modificare l'andamento normale delle condizioni termiche, alterando le normali; perchè le particelle solide intercettando la radiazione solare e in misura notevole, come si è constatato comparando il numero dei giorni di nebbia in due città aventi lo stesso clima, ma non la medesima importanza industriale.

La radiazione solare che giunge al suolo varia a seconda della massa d'aria attraversata: e si produce un'estinzione, variabile a seconda delle ore del giorno in dipendenza dell'altezza del sole sull'orizzonte.

La perturbazione esplicata da una grande città si estende tutto attorno ed è visibile a distanze variabili da 40 chm. e più. Da grande altezza, ad esem-

pio 5000 m., il profilo della foschia rassomiglia a un lungo pennacchio, che sfugge dalla città intera come da un immenso camino.

* * *

Per la climatologia urbanistica la diminuzione della temperatura con l'altezza è fondamentale, poichè da essa dipende la distribuzione del pulviscolo in altezza. In effetti se la temperatura dell'aria diminuisce rapidamente, la diffusione per turbolenza è aumentata, e allora l'atmosfera è instabile: cosicchè la minima massa d'aria riscaldata localmente viene trascinata verso l'alto e con essa vanno le polveri, i fumi, insomma, tutte le emanazioni superficiali della città.

La diminuzione uguale o superiore di un grado per ogni 100 metri di altezza, corrisponde ad una situazione eccellente per la purificazione dell'aria della città; invece nessuna diminuzione o nessun aumento della temperatura con l'altezza sono dannosi.

Durante la notte, in perfetta calma, specie nei mesi più freddi, la temperatura del suolo è frequentemente più bassa di quanto si osserva al disopra e spesso oltre qualche centinaio di metri di altezza e si verificano allora le condizioni più sfavorevoli.

Se con appositi strumenti si misura in modo quasi continuo il quantitativo delle polveri, nelle città, non lontano dal suolo, si trova una ben netta variazione

diurna: il massimo si ha al mattino tra le 7^h e le 9^h, segue poi un minimo prolungato, e un massimo secondario si constata tra le 18^h e le 21^h.

Le variazioni diurne della radiazione solare generano su gli edifici una circolazione locale. Difatti, nel giorno si riscalda di più l'aria al disopra del tetto delle case, e allora si producono dei filetti di aria ascendente lungo i muri esterni.

* * *

Nella notte avviene tutto l'opposto; i tetti si raffreddano molto; le masse d'aria discendono verso il basso lungo i muri fino a raggiungere il suolo, per poi elevarsi nel mezzo della strada e negli spazi liberi della città.

Nelle vie orientate nella direzione levante-ponente, verso le ore del mezzodì, ha luogo una ascendenza lungo la fila delle facciate poste di fronte l'una all'altra; l'aria ascende lungo i muri assolati e discende in quelli posti all'ombra.

Ma oltre a questa circolazione termica, si produce un'altra circolazione dinamica dovuta all'effetto del vento sugli abitati.

L'effetto di un vento orizzontale, la cui direzione è perpendicolare a quella di una strada, si manifesta con un turbine ad asse orizzontale e parallelo alla strada.

Le masse d'aria sono ascendenti lungo i muri che

il vento va a urtare e discendenti lungo la parete opposta. A causa di questo meccanismo, l'aria si rinnova durante il giorno e durante la notte. Nelle strade sviluppate secondo la direzione del vento, il risanamento è più facilmente assicurato.

Se l'effetto del turbine sui movimenti ascendenti dell'aria è inverso a quello che produrrebbe a sua volta la circolazione termica, l'aerazione è meno di quanto si verifica se le due azioni si sommano. Vi è tutta una gamma di intensità nella circolazione atmosferica in una città.

Per effetto dell'azione combinata del vento e della temperatura, l'aria delle grandi città è quasi trascinata secondo una inclinazione ascendente verso altitudini superiori.

Il passaggio di una serie di depressioni barometriche riesce favorevole per una città, perchè vi è sempre forte vento verticale e la pioggia purifica l'aria.

Durante la permanenza delle zone di alta pressione (anticiclone specie d'inverno, con vento debole o nullo), la diminuzione della temperatura con l'altezza è quasi nulla e di conseguenza l'aria degli strati bassi è stagnante.

Per rendere salubre e bene arieggiata una città, non basta la buona esposizione e l'azione purificatrice delle perturbazioni atmosferiche, ma occorre l'osservanza di norme dirette a impedire la diffusione nell'atmosfera di residui delle combustioni incomplete.

Nei paesi molto freddi, ove si fa largo uso del riscaldamento degli ambienti, tali norme vanno sempre più perfezionandosi e si adattano dispositivi tali da assicurare il completo consumo del combustibile.

Non tutti gli abitanti possono seguire tale via pel maggiore dispendio che inciderebbe notevolmente nel bilancio domestico.

* * *

Una soluzione elegante, come pensa Fresson, consisterebbe nell'apportare a domicilio il calore proveniente da una centrale sotto forma di elettricità, di vapore o di acqua calda; però non poche difficoltà si frappongono all'attuazione pratica, salvo il caso dell'elettricità prodotta da officine idrauliche.

La vera soluzione sta invece nell'impiego di focolari a caricamento continuo nei quali l'aria, necessaria alle differenti fasi della combustione, può essere convenientemente dosata, seconda la natura del combustibile, come pensa Band.

Si possono impiegare, come suggerisce Hayert, degli apparecchi per captare le polveri, impiegando depolverizzatori umidi nei quali le polveri pesanti sono trasportate da una proiezione di acqua, oppure vanno a depositarsi contro una superficie tenuta umida.

Nei paesi a clima temperato il problema si presenta alla discussione soltanto in dati periodi del-

l'anno, cioè durante la stagione rigida, non pensando che la diffusione del pulviscolo nell'atmosfera è un problema continuo; la diffusione del pulviscolo nell'atmosfera avviene continuamente in qualunque mese dell'anno.

Cosicchè in questi paesi è ugualmente necessaria la promulgazione di particolari norme per assicurare la completa bruciatura dei combustibili impiegati.

Le opere e gli agi della civilizzazione che rappresentano un enorme complesso di spese, vengono a diffondere nell'atmosfera dei corpuscoli e dei germi che sono poi in gran parte causa di malanni, dai quali si guarisce con l'erogazione di un complesso pure ingente di spese.

LA MICROCLIMATOLOGIA E LA LOTTA CONTRO I RUMORI

Ritornando nelle città che vedemmo anni addietro, ripassando per viali, aiuole, prati, piazze soleggiate, ci sorprende spesso di notare un distinto mutamento dell'ambiente. Luoghi tranquilli, silenziosi, oggi sono tormentati da frequenti rumori: suoni acuti, intermittenti, si rinnovano: e l'aria sembra percorsa da voci strane, stridule che seguono i rapidi velivoli con una scia di rumori a ritmo assordante.

È un nuovo clima: una nuova aria si sprigiona dappertutto, nuovi addobbi acustici, nuove sensazioni alimentate da armonie e da dissonanze. Sensazioni che si ripetono dovunque: dalle opulenti città ai piccoli centri, ai gruppi di case appollaiate sui ciglioni.

Non può attribuirsi ciò a mutate condizioni climatologiche, perchè l'andamento della temperatura, dei venti, il succedersi delle stagioni, le alternative di periodi piovosi non segnalano nulla di particolare. Non sono mancati piccoli spostamenti, come anticipo o ritardo dei periodi di freddo, di temperature calde, ma nulla di radicali modificazioni segnalano le statistiche climatologiche.

Le mutate modulazioni della sonorità delle diverse zone, stanno invece in relazione a perturbamenti che la rinnovata architettura, man mano ampliatasi ha portato sulla propagazione dei fenomeni meteorologici nei bassi strati.

Le stazioni meteorologiche destinate al quotidiano rilievo delle osservazioni sono situate in posizioni tali da rimanere al riparo di siffatte perturbazioni, poichè esse debbono fornire dati da stare a raffronto con altri analoghi raccolti in più stazioni e al fine di interpretarne la distribuzione generale.

Per la vita quotidiana, per l'operosità dei cittadini,

invece, interessano dette perturbazioni locali perchè esse mettono in evidenza la fisionomia propria del clima ambientale.

***

Una nuova scienza di recente si è stabilizzata, la microclimatologia, col compito precipuo di esaminare le graduazioni del clima da una plaga all'altra.

Oggi queste recenti ricerche assurgono a maggiore importanza a causa della lotta contro i rumori, una caratteristica dell'epoca attuale. Dovunque si prendono provvedimenti per attenuare i disturbi provenienti dall'intensificato traffico e particolarmente in quei quartieri ove risiedono istituti di ricerca, scuole, cliniche, sanatorî.

A parità di intensità, la distanza di udibilità dei suoni gravi è maggiore di quella dei suoni acuti, e quindi noi siamo tormentati particolarmente dai suoni alti e acuti.

Le onde lunghe, prodotte da suoni bassi, come il rombo delle artiglierie, girano attorno ad ostacoli solidi, come case, colline, filari di alberi, la di cui circonferenza non supera di molto la lunghezza d'onda del suono; invece nei suoni alti avviene spesso un fenomeno molto importante, denominato ombra acustica, cioè rapido smorzamento delle vibrazioni.

La diversa percezione dei suoni quindi non dipende dalla distanza della sorgente sonora, ma piut-

tosto della situazione circostante, dalle riflessioni, dalle rifrazioni che le onde sonore subiscono contro fabbricati, rilievi più o meno accentuati, dalla copertura del suolo in relazione alla predominanza delle situazioni meteorologiche.

Strisce di nuvole frastagliate, a poca altezza dal suolo, cieli grigi, pallidi, possono produrre riflessi o rinforzi dei suoni, generando durante la concomitante perturbazione del tempo, rumori frequenti e anche assordanti.

All'incontro cieli sereni, limpidi, con regolare distribuzione della temperatura anche a quota, senza inversioni, sono silenziosi poichè il suono si disperde propagandosi uniformemente tutto all'intorno.

Siepi, cespugli, addobbi floreali, stagni d'acqua, lente acque dei fiumi, tutti contribuiscono a trasformare i suoni acuti in suoni gravi, generando combinazioni di varia tonalità a seconda della maggiore o minore radiazione solare, della limpidezza e della trasparenza dell'atmosfera.

* * *

Le onde sonore si diffondono favorevolmente col vento e specie nel caso che la velocità del vento aumenta con la quota. Quindi, lungo la direzione del vento forte proveniente da una sorgente sonora, si trovano generalmente le zone meno rumorose.

Nelle giornate calme, con correnti d'aria che si intensificano verso l'alto, le onde sonore pel fenomeno di convergenza, si addensano di più sulle sommità. E lo stesso avviene per venti forti dovuti a cause aerodinamiche: le onde sonore si raccolgono in quantità sulle creste delle montagne.

Le zone sottovento di una grande città sono molto sfavorevoli, e siffatto svantaggio si estende fino alla cresta del ciglione o della collina; e se l'orografia non è molto accidentata, potranno le onde sonore portarsi molto lontano.

Uno dei concetti più importanti della climatologia ambientale riguarda il cosidetto strato di sbarramento, ossia uno strato di aria in cui la temperatura non diminuisce gradualmente con l'altezza, ma invece ad una certa quota aumenta con netta inversione. La differenza di temperatura può elevarsi financo a 10° e a 15°. E siccome la velocità del suono è proporzionale alla radice quadrata della temperatura assoluta, ne segue che un siffatto strato di sbarramento deve comportare una curvatura dei raggi sonori, cioè i raggi diretti verso l'alto, possono ridiscendere fino al suolo.

In questo modo lo strato di sbarramento favorisce la percezione di sorgenti sonore lontanissime.

Dentro, al disotto dello strato di sbarramento, la percezione viene notevolmente migliorata, però l'aumento della densità dell'energia sonora avviene a

discapito degli strati soprastanti. Così lo strato di sbarramento per posizioni molto basse diventa una circostanza che aumenta il rumore; per posizioni molto alte, invece, esplica quasi una certa protezione.

***

La frequenza, la durata di queste formazioni di strati di sbarramento, possono dedursi dalle note leggi della climatologia generale. Con alcune situazioni meteorologiche, anche i rumori più forti, come i tuoni, si smorzano a breve distanza, mentre con altre situazioni, i rumori, anche di media intensità, sono nettamente percepiti fino a diventare molesti.

Non possiamo modificare l'andamento dei fenomeni naturali, ma possiamo adattare le abitazioni, orientare le vie, sistemare le popolate zone in modo che, tanto la frequenza dei venti quanto la distribuzione della temperatura, favoriscano la diffusione e l'indebolimento dei suoni acuti, e rendano il soggiorno più silenzioso.

La climatologia ambientale, sopprimendo o riducendo la maggior parte delle cause perturbatrici, può ben trasformare una plaga tormentata dai suoni in un'altra più tranquilla.

La microclimatologia è stata fondata da Geiger e largamente sviluppata da Mörikofer, Seltzer, Pohl, Humphreys, Aujeski e da molti altri; ed è destinata a collaborare insieme all'architettura, per conferire

alle operose città, con le nuove costruzioni, una necessaria silenziosità rispetto agli assordanti rumori dei traffici in continuo sviluppo.

IL TEMPO E LA SALUTE

Le relazioni tra lo stato del tempo e le condizioni di salute, formano ormai un canone indiscutibile: molte pubblicazioni hanno messo sempre in più chiara luce, l'influenza dei singoli elementi climatologici e i contributi si rinnovano portando nuovi fatti. Però sono rare le sintesi estese a larghe zone in modo da abbracciare le correlazioni di carattere generale, sorvolando sulle particolarità dovute a perturbazioni locali.

Clarence A. Millis in un recente studio, reso noto dalla Società Meteorologica Americana, giunge a conclusioni fattive con ampi riflessi sulle più svariate condizioni meteorologiche: trattasi di uno studio di insieme basato tanto sulle osservazioni meteorologiche quanto su fatti patologici e su fatti sociali di grande rilievo.

Due principali caratteristiche del tempo influiscono direttamente sulle attività e sul benessere fisico dell'umanità; cioè il livello della temperatura media in relazione alla dissipazione del calore del corpo e lo stato temporalesco, di agitazione atmosferica, al quale l'organismo deve costantemente adattare le proprie funzioni.

Queste due azioni differiscono notevolmente nel meccanismo col quale gli effetti si producono.

Gran parte delle attività funzionali del nostro organismo sono accompagnate da produzione di calore che si sviluppa dalla ossidazione degli alimenti. Negli uomini, e negli animali a sangue caldo, gran parte di questa produzione interna di calore occorre per mantenere la temperatura del corpo a un livello costante al disopra dell'ambiente circostante.

Se la temperatura esterna diminuisce, la dissipazione del calore del corpo aumenta e la combustione interna viene accelerata. Il livello della produzione del calore è inversamente proporzionale ai livelli della temperatura esterna; e l'adattamento dell'organismo ai nuovi livelli, spesso può avvenire nel giro di poche settimane.

Se si accentua l'aumento della temperatura esterna, la dissipazione del calore del corpo diviene più difficile, lo sviluppo fisico ritarda, però nell'insieme gli organismi posseggono una resistenza anormalmente bassa all'infezione.

In un ambiente più freddo, il calore si dissipa con maggiore facilità, lo sviluppo fisico è molto più rapido, la maturità viene raggiunta più presto, il peso e le dimensioni del corpo sono maggiori, il tipo è più robusto. La resistenza dell'organismo all'infezione è molto più elevata.

* * *

Su vaste zone della terra, centinaia di milioni di persone vivono sotto la larga copertura del caldo umido: da generazioni a generazioni, la dissipazione del calore dal corpo è così difficile, da sminuire grandemente ogni attività.

Se queste popolazioni emigrano in terre della zona temperata, ove le temperature subiscono nell'anno forti variazioni, mostrano un deciso cambiamento sin dalla prima generazione. E questa spiccata tendenza dell'organismo ad adattarsi alle nuove condizioni ambientali, avviene anche in quegli organismi che dalle regioni temperate, si trasferiscono nelle zone equatoriali.

L'organismo umano, cioè, risponde agli impulsi climatologici, e man mano i vari organi si modellano alle nuove esigenze provocate dai mutati andamenti dei diversi elementi meteorologici.

Però questi impulsi riescono tanto più efficaci, quanto più gradualmente si manifestano, ossia senza eccessi, nell'uno e nell'altro senso, poichè gli stimoli molto forti possono causare spossatezza ed esaurimento dell'organismo a tal punto da abbassare l'efficienza della massa e porre limiti al progresso umano.

E in modo analogo la difficile dissipazione del calore dal corpo può abbassare le attività fino alla vita puramente vegetativa. Quanto più attivo ed energico

è l'organismo, tanto maggiore sforzo impiegherà nell'effettuare un dato lavoro.

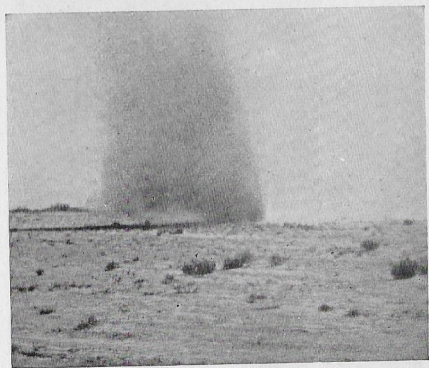
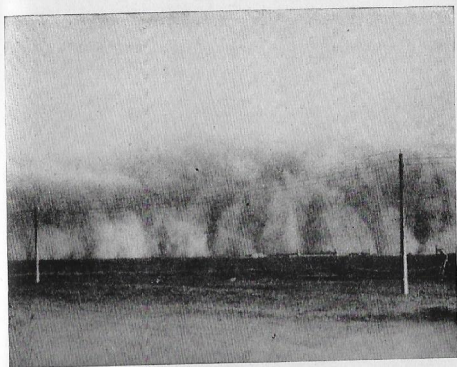
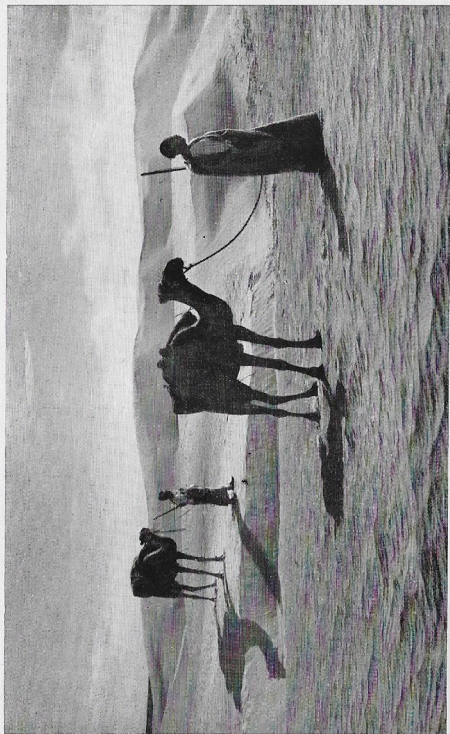
Il nativo tropicale, o il meridionale, può compiere più lavoro con minore alimento di quanto occorre al nativo settentrionale, poichè abbisogna di poco combustibile.

Nelle regioni ove si svolge la più attiva energia del mondo, lo sforzo che compie l'organismo e l'impiego frequente delle proprie riserve, causano irrequietezza, e l'incalzante lotta pel progresso, è accompagnata da allarmante esaurimento fisico e mentale.

***

L'altro fattore climatico di grande importanza per l'organismo è lo stato temporalesco, di perturbazione, nel quale viviamo e al quale dobbiamo adattare le nostre funzioni fisiche. I bruschi cambiamenti, particolarmente nella temperatura e nella pressione, inducono nette alterazioni nell'efficienza funzionale dei vari organi. Finchè l'adattamento si compie bene, l'individuo conserva la buona salute.

Sul percorso di ogni centro di una grande perturbazione atmosferica, si vede una scia di naufraghi umani, infezioni respiratorie, attacchi acuti appendicolari.

Molti marcati contrasti nella perturbazione atmosferica e nelle sue conseguenze sull'uomo, sono quelli osservati nel confronto del calore dell'estate calma

TAV. XXIX – Sopra: *Sabbie a Chartum il 7 giugno 1932.* – Sotto: *Diavoli di sabbia.*

(*Foto del Ministero delle Colonie*)

TAV. XXX - *Prossimo temporale di sabbia.*

col freddo e le tempeste degli inverni settentrionali e nel confronto del calore stagnante dei tropici con le regioni tempestose medio temperate dell'emisfero settentrionale.

Nella zona temperata settentrionale, la salute subisce quasi una marea stagionale, con maggiori pericoli provenienti dal freddo e dalle tempeste invernali, e con una sicurezza pei mesi più caldi.

Le malattie respiratorie e le altre infezioni acute costituiscono la maggior parte dei rischi invernali; l'aumentato carico cardiaco, e l'insufficienza del ricambio, derivante dal livello più elevato di combustione dell'inverno, contribuiscono all'aumento della mortalità.

Nelle zone ove si è nettamente soggiogati dal calore e dalla mancanza di stimolo temporalesco, il contrasto sull'effetto del tempo è accentuato.

Invece nelle zone ove l'uomo vive in condizioni atmosferiche che si mantengono più eque durante l'anno, e cioè con caldo estivo temperato da frequenti mutamenti temporaleschi e con freddo invernale, non sottoposto a forti e brusche variazioni, il regime di vita scorre normale.

Oltre le marcate influenze stagionali sulla salute, e sulla vitabilità umana, si incontrano altre meno marcate variazioni apparentemente irregolari, ma che sicuramente si trovano in relazione con fenomeni cosmici. Difatti i distinti cambiamenti sul li-

vello della temperatura media e sulle perturbazioni atmosferiche, che si osservano ad intervalli di 4 anni, forse sono dovuti principalmente a cambiamenti della radiazione solare sulla terra, in relazione al periodo delle macchie solari.

Sembra che dopo l'eliminazione della marcata influenza stagionale, rimangono periodi a ricorsi irregolari di cambiamenti nelle temperature medie e nelle perturbazioni sulle differenti regioni della terra. Quando vengono periodi di caldo e di clima non comuni, gli organismi provano effetti quasi analoghi a quelli della stagione estiva; l'energia dell'organismo, e l'attività volitiva scemano; la vita si orienta verso un ritmo più calmo.

* * *

Diminuendo le perturbazioni atmosferiche, gli attacchi di infezioni respiratorie e di altre infezioni acute colpiscono meno frequentemente, e la salute generalmente migliora.

Si ha così un'energia normale, e un miglioramento della salute.

Alcuni anni fa Huntington, mettendo in relazione la salute generale con l'attività economica, ritenne che i cambiamenti notati nella salute, dipendessero essenzialmente da cambiamenti economici; e cioè che l'aumento della morbilità provocasse una depressione economica e inversamente che il miglio-

ramento nella salute dei periodi di depressione, causasse poi una ripresa economica.

Indubbiamente, l'aumentata attività di affari ha una ben definita parte nella morbilità per l'aumentato sforzo della crescente spesa di energia; ma questo fattore è probabilmente di importanza secondaria nel quadro generale della salute, perchè si vede netto parallelismo fra i cicli del tempo e le malattie respiratorie, fra coloro che effettivamente operano.

Ma un fatto molto importante ricorda il Millis, fondandosi sui dati contenuti nei bollettini statistici delle assicurazioni in America, cioè l'improvviso aumento di morbilità e di mortalità per tubercolosi nel 1934, con tendenza a stabilirsi ed anche a crescere, mentre negli anni precedenti la campagna antitubercolare aveva raggiunto ottimi risultati, quantunque permanessero le agglomerazioni e vi fosse una specie di depressione economica.

Nel 1934, sebbene le condizioni economiche fossero migliorate, il declinare della mortalità ricevette un brusco arresto col profilo di successivi aumenti.

Non deve attribuirsi ciò a peggioramento nella vitalità americana o a rallentamento della campagna antitubercolare, ma invece a diminuzioni dei livelli di temperatura e a irregolare aumento dello stato temporalesco dell'atmosfera.

Nelle regioni temperate le mutazioni del tempo sono periodiche e si distingue, tanto nelle condizioni

di salute quanto nelle varie attività sociali, una variazione stagionale e le molte statistiche hanno già segnalato questo decorso, con ritmi in relazione allo sviluppo stagionale dei fenomeni meteorologici.

* * *

Però non di rado si nota una variazione più profonda che si distacca alquanto dal normale: e si è portati a trovare l'influenza di altre cause le quali possono operare peggiorando o migliorando il corso regolare.

Nella maggior parte dei casi non è facile distinguere la genesi e lo sviluppo di quest'altra causa occasionale; ma è molto probabile che essa stia in relazione con un più accentuato andamento dei fenomeni atmosferici e anche di fenomeni cosmici, i quali agiscono rendendo difficile il disimpegno del calore o perturbando più intensamente il tempo.

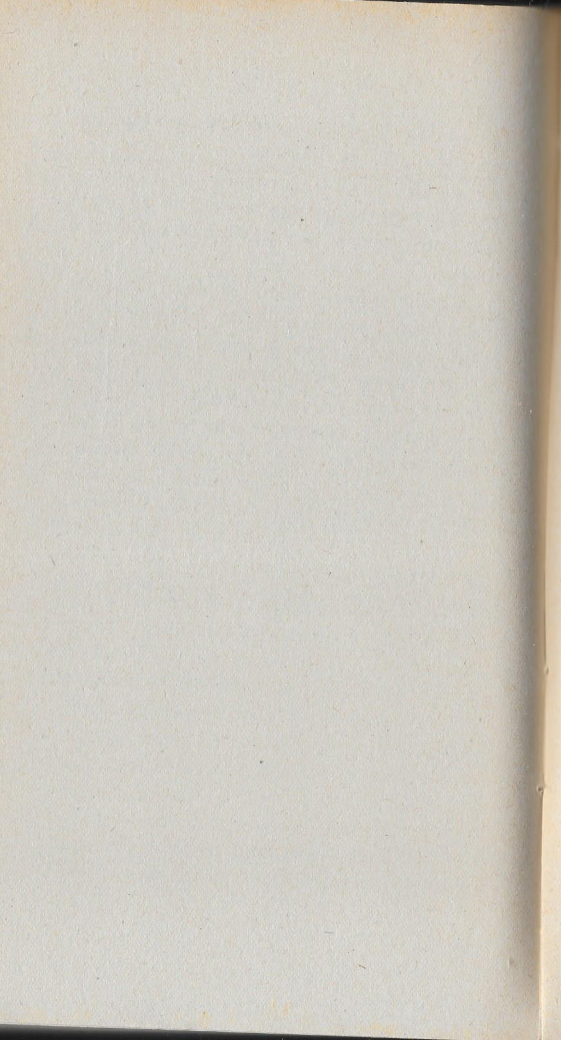
In tali condizioni l'organismo è sottoposto ad un superlavoro, all'impiego di maggiore energia, e le diverse attività individuali si ripercuotono nell'efficienza degli sviluppi dei fattori economici.

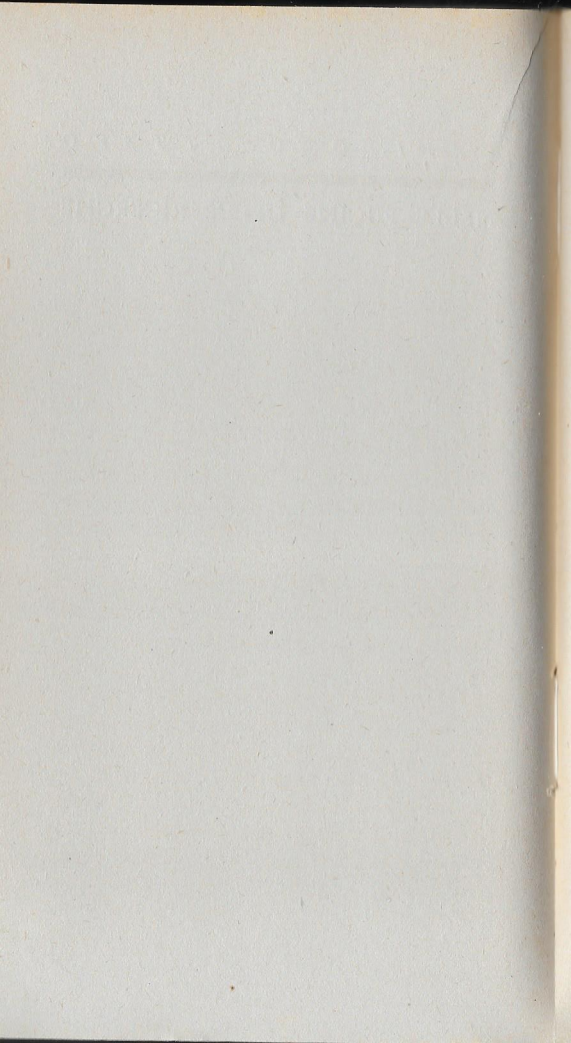
Questa fluttuazione della salute e dell'esercizio umano, quindi riguarda non solo in modo più intimo la nostra salute e il nostro benessere fisico, ma fornisce altresì una spiegazione logica delle fluttuazioni nelle attività economiche nazionali.

Vengono in tal modo liberate dal caso e dal fato

i ricorsi delle depressioni economiche che vanno collegate alla tendenza del tempo.

Si possono quindi trovare ragioni per i cicli economici e metterle piuttosto in relazione ad accentuate maree stagionali, alcune delle quali hanno corso regolare.

La nostra attività, i nostri sentimenti acquistano timbri diversi a seconda dello stato del tempo. L'aria umida, uggiosa, il tempo piovoso ci appesantiscono, le nostre energie momentaneamente si rallentano, ma esse ritornano virili, e si orientano verso una maggiore operosità, all'apparire della serenità e della tranquillità dell'atmosfera. Anzi, questa alternativa forma uno stimolo che maggiormente acuisce la genialità e il rendimento che apre la via al benessere completo; caratteri fondamentali dei paesi mediterranei ove si sviluppano i più grandi centri dell'educazione del genio umano e ove sorsero le remote civilizzazioni.

CAPITOLO OTTAVO

NELLE FUCINE DELLE RICERCHE

POZZI, SPECULE, OSSERVATORI, LABORATORÎ ASTRONOMICI

Chi oggi vuole seguire i vari fenomeni che si svolgono nella volta celeste da tanti innumerevoli corpi luminosi che mostrano la grandiosità dell'universo e la piccolezza del nostro pianeta, fa uso di speciali strumenti, detti cannocchiali, che vengono installati in luoghi elevati, appositamente arredati, chiamati osservatori, ma che comunemente vengono indicati con la parola specula.

Però gli astronomi antichi, o meglio i primi osservatori dei fenomeni celesti, ben altri dispositivi impiegavano; e nelle epoche in cui le abitazioni dell'uomo erano costituite da grotte, i primi osservatori si collocarono entro caverne, in fondo a veri pozzi, all'intento di evitare gli effetti della luce diffusa e di proseguire le osservazioni degli astri sia di giorno che di notte.

Siffatto modo di osservare venne seguito per lunga serie di anni e senza dubbio da ciò deriva il procedimento praticato dagli astronomi delle epoche successive di esaminare il cielo attraverso dei tubi, specie di pozzi portatili e che dopo vennero costruiti stabilmente sul suolo, dando ad essi un'altezza più o meno rilevante. Negli scrittori antichi si trova cenno di tali pozzi ed anche Aristotele, parlando dell'osservazione del cielo attraverso un tubo, dice come, per osservare gli astri, alcuni solevano scendere qualche volta nei sotterranei o nei pozzi. E ciò sta a provare come al IV secolo a. C. i pozzi astronomici erano quasi abbandonati e l'uso che di essi si faceva era rarissimo; ma non si hanno gli elementi per decidere in quale epoca si verificò tale abbandono.

* * *

Dalle descrizioni che lasciarono gli antichi, sappiamo che entro questi pozzi si discendeva per mezzo di una scala e sui muri interni erano tracciate delle divisioni regolari. E il celebre osservatorio di Meragah, costruito nel XIII secolo dall'astronomo persiano Nassir-eddin-el Thoussi, come si legge in uno studio recente di A. T. Vercontre, presentava una disposizione che ricorda quella dei pozzi astronomici. Difatti, tale edificio era disposto in modo, che ogni mattina i raggi solari, passando attraverso

un buco praticato nella sua cupola, si proiettava sul muro, il che permetteva di notare i gradi e i minuti del movimento medio del Sole, la sua altezza nelle diverse stagioni, ecc.; e inoltre vi erano tracciate nel suo interno delle figure, cerchi, ecc., destinati a rappresentare i movimenti dei dodici segni dello Zodiaco, e infine la forma della Terra, la divisione in sette climi della sua parte abitata, ecc.

Se si tiene presente questo fatto, si comprende il senso della nota leggenda che ricorda Zoroastro (il primo che ebbe l'idea di consacrare a Mitra, creatore e padre di tutte le cose, e adorato dai Persiani), allorchè, avendo terminato i suoi viaggi con i quali considerava mettersi in relazione con i saggi, si era chiuso in una grotta per meditare ed elevarsi al cielo. Leggenda che vuole significare come Zoroastro sia disceso entro un pozzo per dedicarsi agli studi astronomici, che dovevano servire di base alle sue dottrine filosofiche.

* * *

E il ricordo dei pozzi astronomici è giunto a noi attraverso la forma allegorica, « la verità abitava il fondo dei pozzi », che glorifica l'umile ridotto là dove per la prima volta si erano osservati con metodo gli astri. Ed è ben degno di ammirazione il filosofo Democrito il quale, nel secolo V a. C. esplicava la natura dell'uomo e il fine delle sue azioni,

con una concezione basata sulla formazione e i fenomeni dell'universo, e proclamava con entusiasmo, che la verità è il fondo del pozzo. Niun dubbio, adunque, che in queste epoche il pozzo astronomico era considerato come un pozzo di luce e di verità; ma in seguito, con l'invenzione dei tubi che servirono da cannocchiali, la nozione di pozzo a poco a poco scompare e l'anzidetta allegoria, divenuta incomprensibile, perdette il suo senso primitivo e dalla maggior parte oggi si crede che nell'allegoria su riferita, il pozzo detto della verità, rappresenta l'abisso dell'errore e dell'oscurità.

E accettando tale ipotesi riusciamo a comprendere perchè la verità che abita il pozzo tiene in mano uno specchio, l'istrumento il cui nome servì di titolo all'opera del celebre astronomo Eudoxe di Cmide, che nacque nel V secolo a. C. e che ci porta a concludere come questo strumento faceva parte degli apparecchi che equipaggiavano gli osservatori sotterranei.

* * *

Attraverso le varie epoche, l'idea dei pozzi astronomici rimase fissa nella memoria popolare e difatti nel senso attribuito da Democrito, si trova anche negli scrittori della media età, e una prova di ciò la troviamo nella rappresentazione dell'astronomia ideata dagli artisti, in particolare da quelli dediti

alla scultura e alla lavorazione dei vetri, che ornano le diverse chiese.

Difatti, in essa l'astronomia è rappresentata da una donna che leva gli occhi al cielo e tiene un oggetto che da molti è considerato uno staio. Secondo alcuni, questo oggetto ricorda uno strumento che, riempito di acqua, veniva utilizzato dagli antichi per studiare gli astri per mezzo della riflessione; secondo altri sta a indicare che l'astronomia presiede ai lavori agricoli; da quanto si è detto, è più probabile che con tale specie di staio si sia voluto ricordare l'immagine di un pozzo conformemente alle abitudini iconografiche dell'epoca. Si potrebbe confondere con l'antico tubo che deriva da cannocchiale, ma ciò non sembra, perchè sotto la forma dell'astronomia appare Ptolomeo che tiene nelle mani dei tubi, e, siccome l'artista vuole caratterizzare la differenza fra le due figure, si comprende che non poteva con ciascuna di esse rappresentare il medesimo oggetto.

* * *

Un ricordo di tali pozzi, primi passi nello studio dell'astronomia, lo vediamo nell'uso che viene fatto tuttora della parola specula per indicare i luoghi ove si osservano i fenomeni astronomici. Ricordiamo che in latino *specio* significa vedere, *spectare* significa osservare, *speculum* è lo specchio, *specula,*

osservatorio, e *speculari*, osservare; voci che si avvicinano al nome latino *specus*, in greco σπευς, che vuole dire sotterraneo.

Così, tanto nella lingua latina quanto nella greca, il verbo osservare e tutti i derivati richiamano l'idea dei primi osservatori che dai pozzi astronomici intrapresero lo studio dei fenomeni celesti, studio che nelle diverse epoche si è sempre più intensificato, specialmente quando il grande Pisano armò la potenza visiva dell'uomo di uno stumento formidabile.

Altre armi l'astronomo ideò in seguito per vincere le grandi battaglie contro l'ignoto, e oggi con l'impiego del cannocchiale, dello spettroscopio e della lastra fotografica, si sono dischiuse le prime vie del firmamento e, come ben disse il Millosevich, sono sorti non osservatorî, ma laboratorî astronomici ove si misura, si calcola e si studia.

ANTICHI E NUOVI TEMPLI PER IL CULTO SOLARE

La superficie del globo è sottoposta a lenti e continui sollevamenti o abbassamenti, i quali appaiono più evidenti sul litorale marino ove è facile trovare dei punti di riferimento.

Lenti movimenti, non percettibili, i bradisismi collegati alle evoluzioni geologiche a guisa di pul-

sazioni, della vita interna del nostro globo, elaboratrici di quei grandiosi fenomeni tellurici che appaiono ad intervalli, nelle fasi culminanti della maggiore intensità delle forze endogene.

Le coste flegree, nel decorso di due millenni, si sono più volte abbassate sotto il livello del mare per poi risollevarsi, e da oltre un secolo sono in generale fase di abbassamento.

Da Nisida a Posillipo per Pozzuoli, per Baja, per Miseno, nel largo orizzonte sinuoso che si specchia sul cupo azzurro marino, sino a Cuma come una smisurata conchiglia, vi sono vestigia di romanità, avanzi di grandiose costruzioni in parte sommerse.

Nelle giornate chiare, radiose, attraverso le argentee ondulazioni delle limpide acque o sul mare violetto del crepuscolo, si riflettono frammenti architettonici, tracce di pavimenti a mosaico, residui di templi ieratici, che la più spigliata immaginazione vede cementate e riunite nella opulenza di un'epoca storica; come tappe della civiltà fenicia, etrusca, romana, bizantina, mirabile preludio della italica civiltà.

In alcune zone, le vetuste costruzioni emergono in frammenti più o meno marcati, quasi a testimonianza delle civiltà mediterranee millenarie; e su di essi i lenti sollevamenti sono trascritti in modo indelebile, cosicchè vi è la possibilità di dedurre attraverso i secoli passati lo svolgimento della continua pulsazione della superficie terrestre.

* * *

La spiaggia di Pozzuoli si presta più di ogni altra a siffatta indagine; attraverso le tracce che il livello del mare ha lasciato nelle epoche storiche sulla superficie delle colonne del Serapeo. Difatti, del tempio di Giove Serapide, restano tre colonne di marmo cipollino e un ammasso di colonne mozze e trabeazioni sommerse in uno stagno. La varia immersione delle colonne stesse nelle acque del mare è visibile attraverso le notissime fascie prodotte dall'azione dei litofagi.

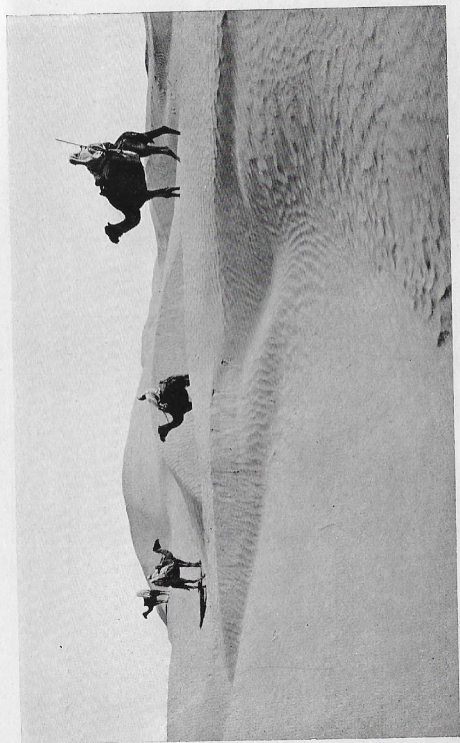
Sono documenti storici delle alterne vicende e dell'altezza della spiaggia che recentemente E. Majo illustrò in un lavoro di chiara sintesi di molte ricerche condotte da studiosi diversi.

Platania, riportando su un diagramma cartesiano gli abbassamenti a Pozzuoli, notò che le linee congiungenti i punti sono due: se si considera la linea dal 1878 al 1924 si ottiene un abbassamento annuo di ben 32 mm.

Oggi la spiaggia di Pozzuoli è in fase di lento abbassamento.

* * *

Le acque del mare con la diuturna azione erosiva, minano la durezza delle rocce, dapprima agglutinata con incavi che successivamente si allargano in ampie caverne, in spelonche.

(Foto del Ministero delle Colonie)

TAV. XXXI - *Cessata la tempesta di sabbia.*

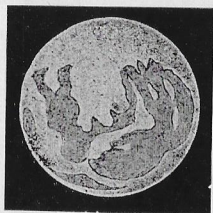



Fig. 1 Fig. 2

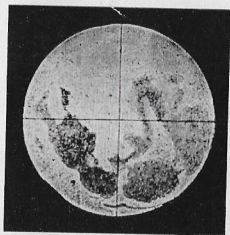



Fig. 3 Fig. 4

TAV. XXXII – *1, I contorni del disco lunare disegnato da Galilei; 2, Disegni della Luna come la vide Zamboni con l'illusione delle due teste che si baciano; 3 e 4, La Luna veduta con un piccolo binocolo: disegni di P. Vezzani da Roma e di Cavallari da Palermo.*

Gli abitanti preistorici dovettero sfruttare queste spaccature adattandole particolarmente a templi destinati ai culti degli Dei, della potenza della luce e del calore; e l'astro apportatore di luce e di calore fu avvolto da una aureola di misteri.

Nel bacino del Mediterraneo, dall'epoca neolitica a quella del bronzo e del ferro, i culti solari dei cavernicoli, culti magico-religiosi a sfondo naturalistico, si diffusero ovunque, come attestano i templi dedicati al Sole. In essi una finestra rivolta ad oriente faceva penetrare i raggi solari che illuminavano l'ara nel periodo del solstizio, segno della rinascita dell'autunno.

Idoli, amuleti, con dischi, come alcuni Dei egiziani, sulla testa e sulle braccia forse per indicare, come pensa Puglisi, le tre diverse posizioni del sole durante il giorno, adornavano il culto preistorico.

Nelle continue oscillazioni del livello marino, molti di questi templi rimasero sepolti dalle acque e corrono notizie frammentarie sulla entità e sullo sviluppo di siffatti templi nel bacino del Mediterraneo.

Nell'Isola d'Ischia i fenomeni di bradisismo sono notevoli: secondo Grablovitz l'abbassamento della spiaggia è di circa 5 mm. all'anno. Contributi notevoli hanno apportato Algranati, Platania, Friedlender, e le varie fasi di bradisismo possono ben seguirsi, portando le indagini sulle grotte dai riflessi magici che si ergono sul mare di smeraldi.

Particolare attenzione ha richiamato la grotta di argento, ben nota ai pescatori, chiamata anche grotta del Mago, recentemente esplorata da Giannelli, Platania e Mario Puglisi, distinto studioso di storia e filosofia della religione. Le forme e le disposizioni rilevate sono tali da affermare che quella fosse, in tempi preistorici, nell'epoca neolitica, un tempio dedicato al culto solare.

Da studi condotti dal Platania, non è da dubitare che la costa orientale dell'isola d'Ischia si sia lentamente sommersa, cosicchè la grotta in tempi remotissimi dovette trovarsi molto lontana dalla battigia.

Deduzioni di De Lorenzo e di Riva, testimoniano un lieve abbassamento di tutto il bacino eruttivo di Napoli che si insacca e si deprime per il peso del nuovo materiale sovrapposto, e pel vuoto prodotto dall'estravasione del magma.

Il singolare monumento preistorico formerà oggetto di ricerche minute, sia dal lato storico che da quello scientifico; poichè nuovi dati emergeranno dalle misure e dalle determinazioni dei gradini dell'ara, delle rocce e dei petroglifici.

* * *

Nelle varie età l'adorazione del sole, principio di ogni sapienza, fu persistente, e sotto forme diverse i popoli vi dedicarono gran parte della propria cultura spirituale.

Il culto del Sole dai Romani fu molto curato presso il tempio di Quirino: sulla facciata fu costruito il primo orologio solare.

Oggi le nuove conoscenze sul mondo siderale, sui fenomeni fisici, hanno trasformato quel culto magico religioso in fervore di attività scientifica sperimentale; e dalle specule astronomiche, dalle torri solari, nuovi tempii eretti dall'umano sapere, non si spiritualizzano cognizioni cosmiche e teosofiche, ma si segue ogni pulsazione, ogni fase, ogni manifestazione del sole, per poterle assieme collegare e interpretare meglio la natura del divino astro:

. . . .

Ecco il sol che ritorna, ecco sorride
Per li poggi e le ville. Apre i balconi,
Apre i terrazzi e logge la famiglia;
E, dalla via corrente odi lontano
Tintinnio di sonagli; il carro stride
Del passegger che il suo cammin ripiglia.

Le macchie solari quali grandiosi vortici, le protuberanze quali gigantesche eruzioni di idrogeno, e le tempeste solari formano oggetto di continue osservazioni per seguire la vita dell'astro rivelatore costante di forze misteriose.

***

Nel fulgido progresso delle scienze, Elio che indora le cime delle montagne mentre le stelle ingemmano l'etere cosmico, è la piattaforma continua ove

si assaggiano i continui contributi scientifici diretti anche a collegare i fenomeni cosmici con i fenomeni che si manifestano nell'atmosfera terrestre.

E rimane ancora avvolta nei misteri più profondi la origine della luce nel pensiero scientifico moderno.

Il calore, il suono, il magnetismo, la forza di gravità hanno finito più o meno completamente per svelare il loro segreto. La luce invece si propaga fuori di ogni materia, attraverso il vuoto più perfetto, attraverso gli spazi interstellari: appena emessa essa viaggia sola per proprio conto.

Nei laboratori sperimentali più attrezzati, nuovi tempii del culto solare, s'indaga continuamente per risolvere le onde prigioniere che chiamiamo materia, le onde libere che chiamiamo radiazione, luce.

LA METEOROLOGIA AERONAUTICA

La meteorologia, nelle sue prime affermazioni, fu scienza eminentemente descrittiva e gli Annali dei secoli decorsi contengono chiare e nitide descrizioni dei diversi fenomeni atmosferici, tanto in concomitanza a convulsioni con irati venti e tempestose procelle, quanto nei riflessi di giornate radiose ricche di grandi festoni di nubi, tinte da riflessi d'oro o con nubi sbandate, striate, di toni alternati e intramezzate da chiazze di cielo azzurro.

Con l'invenzione del termometro e del barometro, si cominciò la misura dei principali elementi atmosferici e attraverso serie di osservazioni continue per più annate, gli studiosi collegarono i fatti constatati deducendone norme di carattere locale. Però sfuggiva l'interpretazione dei fenomeni nelle successive evoluzioni, e le perturbazioni, anche le più profonde, apparivano come fatti isolati, senza alcun legame con quanto si verificava nelle località vicine.

I meteorologi seguivano quotidianamente i fenomeni entro un limitato orizzonte e soltanto attraverso le medie di più osservazioni e, a distanza di più mesi dall'epoca al quale esse si riferivano, la cementazione di tante cifre illuminava la configurazione dei movimenti atmosferici.

Epoche storiche di grande diligenza e utilissime, perchè con la più larga ricchezza di dati, potè considerarsi la distribuzione degli elementi stessi nel globo, segnalare le divergenze tra regioni e regioni, classificare i varî climi, dando una chiara fisionomia del modo di manifestarsi dei fenomeni stessi attraverso analisi di più osservazioni.

* * *

I fenomeni di rapido sviluppo come le perturbazioni, le profonde modificazioni del tempo, rimasero però inesplicabili fin quasi alla metà del se-

colo XIX, quando Le Verrier comprese la necessità di rinunciare alla meteorologia locale e fondò le reti di stazioni con osservazioni simultanee, per seguire su più vasta scala l'andamento e l'evoluzione dei diversi fenomeni.

Le reti di stazioni man mano si ampliarono, ma le limitazioni imposte dai mezzi di comunicazione, telegrafo, telefono, non consentirono la rapida concentrazione di dati a breve distanza dall'ora di osservazioni; cosicchè le evoluzioni dei varî fenomeni venivano seguite a distanza del periodo di tempo, al quale si riferivano le misure e le osservazioni compiute. Anche attraverso siffatta limitazione, le indagini scientifiche man mano si allargavano: nei convegni internazionali si raggiunse maggiore concordanza di propositi e gli uffici meteorologici internazionali intensificarono con uguali norme le rappresentazioni cartografiche delle evoluzioni del tempo, base fondamentale per le più complete sintesi.

Le diverse disposizioni barometriche furono seguite nelle successive trasformazioni, se ne dedussero le leggi, per lo più empiriche, gli spostamenti, l'andamento dei fenomeni nelle diverse zone della perturbazione, stabilendo le basi più salde della dinamica dell'atmosfera e apportando proficua, utilissima assistenza alla navigazione marittima.

Per quasi mezzo secolo, le ricerche meteorologiche continuarono nella medesima via e nel contempo si

intensificava la riunione di più osservazioni, al fine di giungere alla formulazione di eventuali periodicità dei fenomeni atmosferici, almeno di quelli che presentavano maggiore regolarità.

* * *

La grande guerra apportò un nuovo impulso alle indagini meteorologiche: la mancanza di notizie dello stato del tempo nelle zone nordiche, acuì le ricerche e i diversi elementi meteorologici furono sottoposti a minute indagini, applicandovi anche procedimenti matematici, col proposito di ricostruire la situazione meteorologica del momento e interpretarne le successive evoluzioni, sulla base di pochi elementi, appoggiandosi alla periodicità o alle oscillazioni dei medesimi, che emergevano dall'analisi delle registrazioni anteriori.

Indagini pregevoli, anche per i meteorologi scaglionati nelle varie trincee, e feconde sintesi ampliarono felicemente il campo di analisi della meteorologia sinottica.

Frattanto le trasmissioni radiotelegrafiche si affermavano; cavi, fili, palificazioni, venivano sostituiti con nuove installazioni: non più convenzioni diplomatiche per lo scambio gratuito telegrafico delle osservazioni meteorologiche, le onde elettriche irra-

diavano dovunque le osservazioni, compiute più volte al giorno, e gli uffici destinati a siffatte indagini, giungevano a compilare le carte del tempo con grande rapidità.

* * *

Ma un impulso rapido, deciso alle conoscenze del tempo fu promosso dall'aviazione, dalla nuova affermazione del genio umano.

I voli divennero continuativi, le comunicazioni fra i diversi paesi si intensificarono e la navigazione aerea, attraverso rotte sempre più lunghe, riunì regioni e continenti, con rapidi percorsi.

La continuità e la regolarità delle comunicazioni, imposero una protezione meteorologica con segnalazioni preventive e successive delle evoluzioni del tempo, con indicazioni delle più burrascose, e delle quote più battute dai venti.

Non era più sufficiente la conoscenza dei fenomeni meteorologici alla superficie del suolo, bisognava indagare le quote superiori, seguire l'andamento delle correnti elevate che talvolta apparivano molto diverse da quelle al suolo, attraverso i rapidi galoppi delle nubi nelle fasi preannunciatrici delle burrasche; seguire la struttura termica e igrometrica delle quote elevate, interpretare l'energia delle diverse masse di aria che doveva raggiungere grandezze anche no-

tevoli, come attestavano le improvvise modificazioni della copertura del cielo con formazioni nuvolose varie, apparentemente irregolari.

* * *

Le esplorazioni dell'alta atmosfera che, ai primi anni del secolo attuale, si erano iniziate con palloni sonda, con sferici montati da naviganti e da meteorologi, subirono un notevole sviluppo; e da più posti si elevarono quotidianamente sferici con stazioni radiotrasmittenti che irradiavano treni d'onda diversi a seconda della grandezza della temperatura, dell'umidità e della pressione e poi velivoli con meteorografi adeguatamente installati lungo le ali.

La direzione, la velocità del vento a mezzo dei palloni piloti, furono rilevate in più località. I rilevamenti delle stazioni portati dagli sferici a mezzo di radiogoniometri, consentì di fissare le posizioni successive e quindi la deduzione della direzione e della velocità del vento, anche quando dense nubi coprivano il cielo.

Attraverso tutti questi nuovi elementi, la struttura dell'atmosfera appariva completa e ben diversa di quanto si era supposta nel passato; e già si delineava l'estensione di alcuni fatti fisici elaborati nei gabinetti scientifici.

Oggi le installazioni per l'esplorazione dell'alta atmosfera hanno raggiunto perfezionamenti meravi-

gliosi e la necessità di disciplinare tante attività, svolte nei diversi paesi, e di facilitare l'utilizzazione degli elementi raccolti da qualsiasi ufficio scientifico, condusse a intese internazionali animate dalla luminosa fiamma delle ricerche che risplende sotto ogni cielo.

* * *

Nacque in tal modo la Meteorologia Aeronautica come cementazione sapiente delle diverse attività in continuo sviluppo nei paesi, nelle zone acquisite alla civiltà. Regolamentare, armonizzare, senza imporre uno stretto unitarismo, mantenere una stabilità relativa incoraggiando i progressi, fissare regole, promuovendo progressive trasformazioni, consolidare i vantaggi acquisiti, formano il magnifico piano di lavoro nelle diverse energie internazionali che lavorano, senza ambizione personale, con intelligenza e con cuore collettivo.

La perfetta descrizione ormai raggiunta dei fenomeni atmosferici è la definizione dei problemi che quotidianamente si prospettano: la meteorologia deve anche affrontare la spiegazione dei fenomeni.

Nelle varie tappe, nelle indagini apparentemente speculative, è stata sempre forte causa propulsiva, l'interesse collettivo dovuto alla necessità di facilitare compiti sociali che svolgono alcune categorie di persone.

* * *

Il nuovo sistema frontologico di previsioni del tempo, iniziatosi in Norvegia dal Bjerknes, ebbe come sfondo di assicurare il lavoro alle molte barche da pesca che percorrono le frastagliate coste della Scandinavia. Il Bjerknes seppe giungere ad una più esatta valutazione dei fatti trasportando nell'indagine dei fenomeni atmosferici, i fatti acquisiti dalla idrodinamica classica.

Anche la scuola francese, capitanata da Wehrlé, apportò notevoli contributi a queste nuove concezioni.

Da una parte l'idrodinamica, fondata sui principî generali della meccanica (conservazione della massa, dell'energia, teorema della quantità di moto) e dall'altra la teoria classica dei fluidi vischiosi, hanno consentito un ingrandimento illimitato della scala a condizione di introdurre dei coefficienti di vischiosità molto più grandi dei coefficienti molecolari, per tener conto degli scambi dovuti ai movimenti di turbolenza e non solamente della agitazione molecolare.

Le modificazioni e le aggiunte al sistema frontologico, atte a considerare i fenomeni non soltanto ai confini delle masse d'aria, ma anche nell'interno delle masse d'aria, costituiscono la base dei moderni metodi di previsioni del tempo.

Altri principî e idee nuove portano benefico effetto nell'analisi delle masse d'aria e nello studio delle correnti superiori.

* * *

L'organizzazione meteorologica aeronautica in più paesi, e specie in Italia, ha raggiunto un elevato livello di sviluppo col movimento favorevole dell'opinione pubblica, e della coscienza meteorologica diffusa a poco a poco in tutta la massa del pubblico e per l'alta comprensione delle Autorità governative.

La brillante affermazione della navigazione aerea commerciale, la necessità di una organizzazione per mantenere e consolidare la sicurezza e la regolarità del volo, hanno intensificato i legami di una sapiente collaborazione meteorologica internazionale, con propositi altamente umanitari.

INDICE

Capitolo V

GEOMETRIA DELLA NATURA

Capitolo VI

VICENDE DELLE STAGIONI

Capitolo VII

ARIA DELLE CITTÀ

Capitolo VIII

NELLE FUCINE DELLE RICERCHE

INDICE DELLE TAVOLE